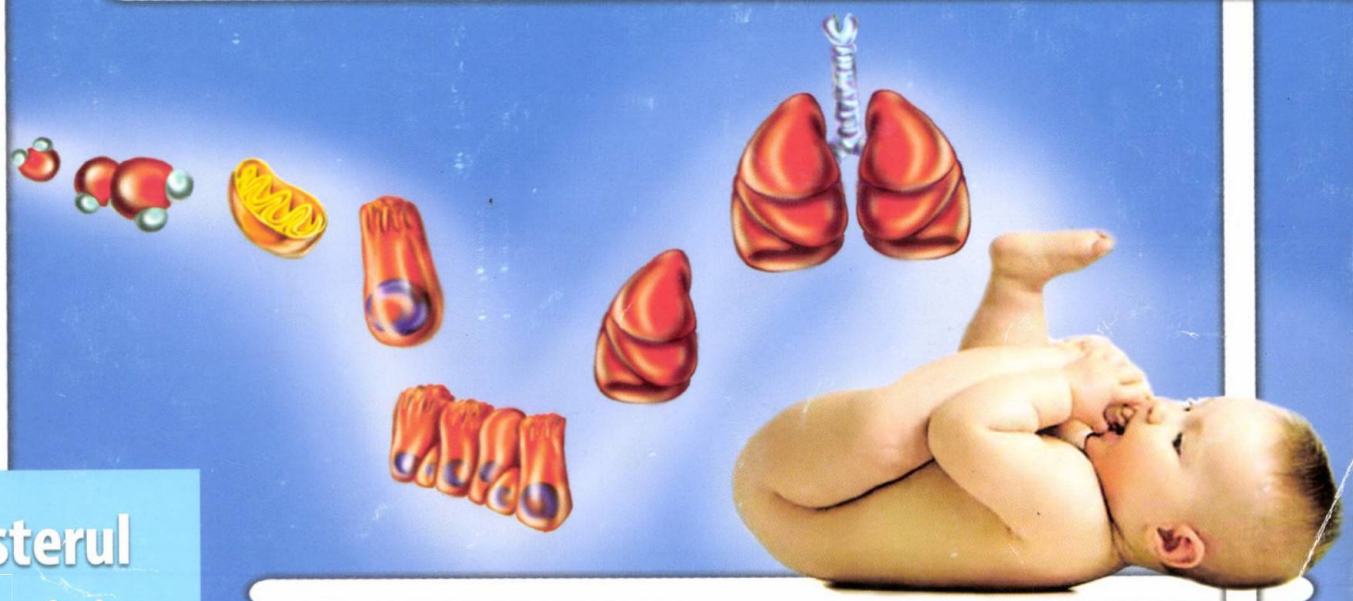
Ștefania Pelmuș Giersch
Florina Amalia Toma

Biologie

filiera teoretică



Ministerul Educației Naționale

Manual pentru clasa a XI-a

EDITURA CD PRESS

Acest manual este proprietatea Ministerului Educației Naționale.

I

Biologia (gr. *bios* – vi
Fondatorul ei este considerat Ari
filosofiei naturii.

Din filosofie se vor desp
specifice.

Termenul de **biologie** a
De la sfârșitul acestui secol, studi

• *anatomia* (gr. *aná* – pr

• *fiziologia* (gr. *physis*
ganismului.

Anatomia și fiziologia
dialectică, forma și structura org
activității unui organ provoacă
modificări corespunzătoare în fi
structură și funcție).

Pentru facilitarea studiu
trebuie uitat că organismul repre
componente (activitatea acestora
și endocrin – *principiul organism*

Organismul și mediul d
determinând la nivelul scoarței ce
al scoarței, de echilibrare a orga
organism și mediul de viață).

În țara noastră, numeros
anatomiei și fiziologiei umane:

• Gh. Marinescu a publ
studiat regenerarea țesutului ner
vârstelor.

• D. Danielopolu s-a i
sistemului nervos vegetativ, fiind

• C. I. Parhon, recunos
endocrinologiei, fiind și întemeiet

• Ana Aslan a făcut cer
al lui C. I. Parhon.

* *Prezența acestui semn marchează curri*

Biologie

Manual pentru clasa a XI-a

Filiera teoretică

EDITURA CD PRESS
www.cdpress.ro

Editor: COSTIN DIACONESCU
Redactor-şef: Carmen BIRTA
Redactor: Alina RĂDULESCU
Grafică: Crăiţa GEORGESCU
Corectură: Oana DONŢU, Mălina TRO
Copertă / ilustraţie: Valeriu STIHI

Referenţi
Conf. univ. dr. Anca Alina IOANA, Un
Prof. gr. I Dumitru Justin DIACONU, U
Conf. univ. dr. Anca CIOLAC-RUSSU,

Editura CD PRESS
Bucureşti, str. Logofătul Tăutu nr. 67, s
Tel.: 021.337.37.17, 021.337.37.27, 021
e-mail: office@cdpress.ro ● www.cdpres

Comenzi:
manuale@cdpress.ro
021.337.37.37
www.cdpress.ro

© Copyright CD PRESS

Descrierea CIP a Bibliotecii Naţionale
PELMUŞ GIERSCH, ŞTEFANIA
Biologie: manual pentru filiera te
Ştefania Pelmuş Giersch, Amalia Florina T
Press, 2006

ISBN (10) 973-7989-59-7; ISBN (13)

I. Toma, Amalia Florina

57(075.35)

Manualul a fost aprobat p
4742/21.07.2006 şi este rea
prin Ordinul Ministrului Ec

Cap. I

ALCĂTUIREA CORPULUI UMAN

TOPOGRAFIA ORGANELOR ŞI SISTEMELOR

Pentru a stabili poziţia diferitelor organe, precum şi raporturile dintre acestea, se folosesc elemente cum sunt planurile de orientare - fig. 1.1.

● **Planul sagital** este dispus vertical. Când acesta trece prin mijlocul corpului şi-l împarte în două jumătăţi simetrice, se numeşte plan *mediosagital* şi reprezintă planul simetriei bilaterale. În fiecare jumătate a corpului sunt organe care, faţă de axa acestui plan, sunt mai apropiate (mediale) sau mai depărtate (laterale). De exemplu, ochiul este situat medial în raport cu urechea, care este situată lateral.

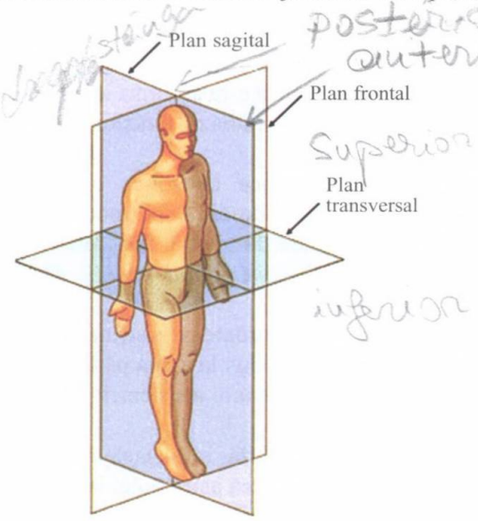


Fig. 1.1 *Planuri de orientare*

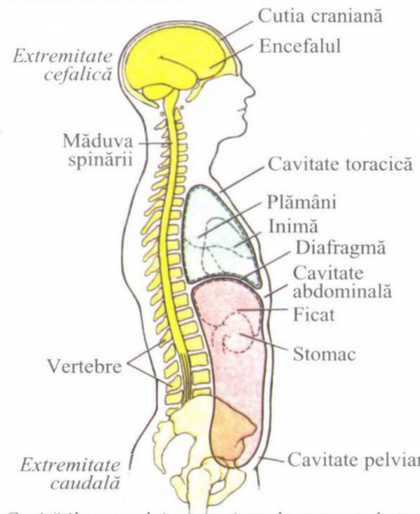


Fig. 1.2 *Cavităţile corpului uman şi unele organe ale acestora*

Corelează organele corpului cu cavităţile care le conţin. Care organe sunt perechi?

● **Planul frontal** este dispus vertical şi orientat paralel cu fruntea. Împarte corpul într-o parte anterioară şi una posterioară.

● **Planul transversal** este dispus orizontal şi împarte corpul într-o parte superioară şi una inferioară.

Fiecare organ sau segment al corpului îşi are propriile sale planuri şi faţă de ele putem stabili faţa anterioară sau posterioară, extremitatea superioară sau inferioară, faţa laterală sau medială a organului respectiv.

Segmentele corpului uman

Corpul uman este alcătuit din cap, gât, trunchi şi membre.

● Capul prezintă anterior faţa, iar posterior şi superior, partea craniană.

● Gâtul leagă capul de trunchi şi are două regiuni: posterioară (ceafa) şi anterioară (gâtul propriu-zis).

● Trunchiul - fig. 1.2 - este format din trei părţi suprapuse: torace, abdomen şi pelvis.

● Membrele sunt reprezentate de:

- *membrele superioare*, legate de trunchi prin centura scapulară şi care au ca segmente braţul, antebraţul şi mâna;

- *membrele inferioare*, legate de trunchi prin centura pelviană şi care au ca segmente coapsa, gamba şi piciorul.

NIVELURI DE ORGANIZARE

Una din proprietăţile ce caracterizează majoritatea organismelor vii este organizarea de tip ierarhic, care are la bază **celula**.

Celulele animale care au aceeaşi diferenţiere morfologică, structurală şi care îndeplinesc o anumită funcţie se grupează, formând **ţesuturi** (diferenţierea se produce în timpul ontogenezei, când celule iniţial echivalente, nediferenţiate, capătă proprietăţi morfofuncţionale diferite).

Grupări de ţesuturi diferite, unite structural şi coordonate funcţional, formează **organe**.

Organele localizate în diferite regiuni ale corpului, dar care cooperează în vederea îndeplinirii unei funcţii, alcătuiesc **sisteme de organe**. Ansamblul de organe conectate structural (prin ţesut conjunctiv) şi funcţional (pe cale nervoasă şi endocrină) alcătuieşte **organismul**.

Celula

AMINTEȘTE-ȚI

- Care sunt componentele principale ale celulei?
- Care sunt organitele celulare și ce rol au?

Celula reprezintă cea mai mică unitate structurală și funcțională a materiei vii.

Forma și dimensiunile celulelor variază în funcție de locul pe care îl ocupă acestea în țesut, precum și de rolul pe care îl îndeplinesc.

Inițial au fost observate cele trei componente principale ale celulei – *membrana, citoplasma* și *nucleul* – și, odată cu apariția microscopului electronic, ultrastructura ei - fig. 1.3.

- **Membrana celulară** separă materialul viu al celulei de mediul ei extern. Ea este organizată după *modelul mozaicului fluid* (observabil la microscopul electronic - fig. 1.4). Membrana asigură schimburile dintre celulă și mediul extern, are permeabilitate selectivă și este polarizată electric.
- **Nucleul**, corpuscul de cele mai multe ori sferic, este înconjurat de o *membrană nucleară dublă*, străbătută din loc în loc de pori, prin intermediul cărora se realizează schimbul de substanțe dintre nucleu și restul celulei. În interiorul nucleului se observă o masă de filamente subțiri, numită *cromatină*, și *nucleolii* (doi, de regulă), care reprezintă locul de sinteză a ribozomilor.
- **Citoplasma** este componenta celulei cuprinsă între membrana celulară și învelișul nuclear. Este formată dintr-o substanță fundamentală, numită *citosol* (matrix citoplasmatic sau hialoplasmă), și din *organite celulare*.

Organitele celulare (compartimente celulare delimitate de membrană simplă sau dublă, în care se desfășoară procese metabolice specifice) pot fi clasificate în:

– organite celulare comune tuturor celulelor: *ribozomii,* cu rol în sinteza proteinelor; *reticulul endoplasmic neted* și *granular* – care participă la biosinteza de lipide și proteine; *aparatul Golgi,* implicat în elaborarea, împachetarea și distribuția anumitor substanțe; *mitocondriile,* implicate în procesele de respirație celulară; *lizozomii,* cu rol în digestia intracelulară; *centrozomul*, cu rol în diviziunea celulară (lipsește în neuron).

– organite celulare specifice anumitor celule: *miofibrilele,* prezente în celulele musculare, cu rol fundamental în contracția musculaturii; *neurofibrilele,* componente ale citoscheletului din neuroni; *corpusculii lui Nissl* sau substanța tigroidă, care reprezintă reticulul endoplasmic granular al neuronului.

Alături de organite, în citosol, poate fi observată o rețea de filamente proteice, care formează *citoscheletul* - fig. 1.5.

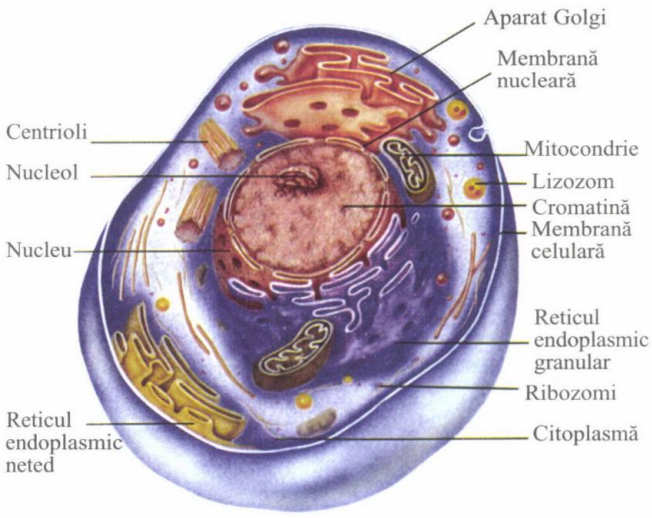


Fig. 1.3 *Ultrastructura celulei animale*

Identifică organitele situate în apropierea nucleului. Ce se întâmplă cu cromatina în timpul diviziunii?

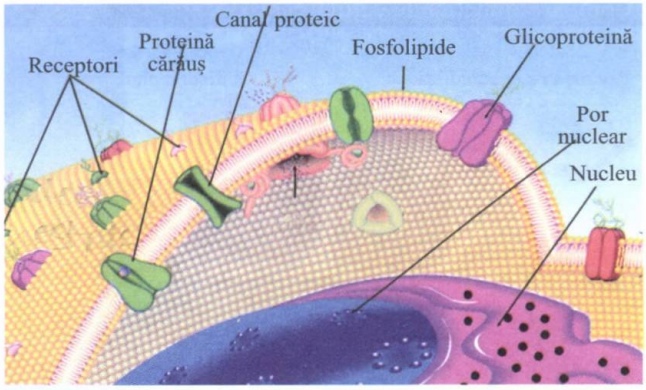


Fig. 1.4 *Structura membranei*

Prin ce mecanisme se realizează transportul substanțelor prin membrană?

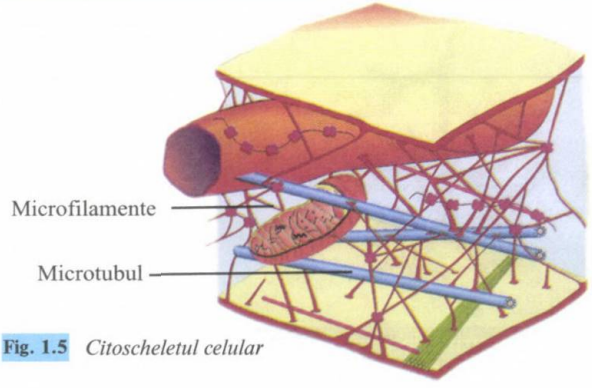


Fig. 1.5 *Citoscheletul celular*

Țesuturile

Celulele corpului uman sunt grupate în patru tipuri de țesuturi: *epitelial, conjunctiv, muscular* și *nervos*.

ȚESUTUL EPITELIAL

Caracteristicile celulelor epiteliale sunt următoarele:

– sunt strâns unite; legăturile dintre ele (joncțiuni) sunt realizate fie de prelungiri celulare - fig. 1.6, care se întrepătrund și trec de la o celulă la alta, fie de o substanță care le cimentează.

– sunt avasculare, substanțele nutritive fiind preluate prin difuziune de la țesutul conjunctiv aflat sub cel epitelial;

– celulele profunde sunt situate pe o membrană bazală.

După rolul pe care îl îndeplinesc celulele lor, epiteliile se clasifică în: epitelii de acoperire, glandulare și senzoriale.

Epiteliile de acoperire

Formează la suprafața corpului epiderma, iar la interior căptușesc organele cavitare, formând mucoase. După numărul straturilor de celule pe care le au, epiteliile - fig.1.7 - pot fi:

- *unistratificate,* ale căror celule pot avea forme diferite: *cubice* (de exemplu, canalele de secreție ale glandelor), *cilindrice* (de exemplu, epiteliul mucoasei trompelor uterine), *pavimentoase*, care sunt formate din celule turtite (de exemplu, tunica internă a vaselor de sânge);
- *pluristratificate,* care pot fi: *pavimentoase,* al căror strat superficial poate fi cheratinizat (epiderma) sau necheratinizat (epiteliul mucoasei bucale, esofagiene); *cilindrice* (epiteliul mucoasei faringiene);
- *pseudostratificate,* formate dintr-un singur strat de celule, ai căror nuclei sunt dispuși la niveluri diferite, dând impresia falsă a unui epiteliu pluristratificat (mucoasa traheii).

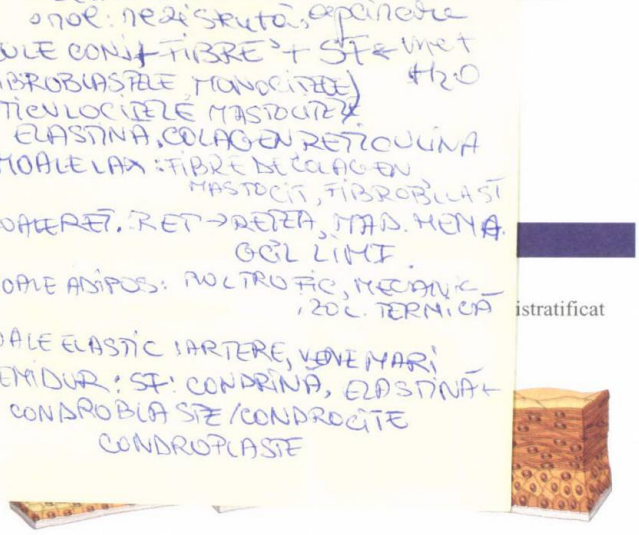


Fig. 1.7 *Epitelii de acoperire*

Stabilește dacă fiecare tip de epiteliu pluristratificat are celule de aceeași formă.

Epiteliile glandulare

Sunt epitelii ale căror celule au capacitatea de a elabora produși de secreție. Acestea, împreună cu țesutul conjunctiv care le însoțește, cu vase de sânge și cu nervi, formează glandele. Există trei tipuri de glande:

- *exocrine* - fig. 1.8, care au canal de evacuare a produsului de secreție, canal care se deschide fie la suprafața corpului (glandele sudoripare, sebacee, lacrimale), fie la nivelul unor cavități (glandele salivare, intestinale, gastrice);
- *endocrine,* al căror produs de secreție poartă numele de *hormon* și care nu au canal de evacuare, produsul de secreție fiind eliminat în sânge sau în limfă (hipofiza, epifiza, tiroida, paratiroidele, timusul, suprarenalele);
- *mixte,* cu secreție exocrină și endocrină (pancreasul și glandele sexuale - gonadele).

Fig. 1.8 *Glande exocrine*

Compară tipurile de glande exocrine.

Epiteliile senzoriale

Sunt formate din celule specializate pentru recepționarea diferiților stimuli din mediu, a căror energie o transformă în impuls nervos. La polul bazal sunt în contact cu dendritele unor neuroni senzitivi - fig. 1.9. Inițial, epiteliile senzoriale generează un potențial de receptor, care este preluat de terminațiile senzitive și care devine potențial de acțiune la prima strangulație Ranvier a axonului.

Epiteliile senzoriale sunt incluse în organele de simț gustativ, auditiv și vestibular.

ȚESUTUL CONJUNCTIV

Țesutul conjunctiv este țesutul cu cea mai mare răspândire în organism (lipsește în sistemul nervos central). Provine din mezoderm. Țesutul conjunctiv asigură rezistența organismului, leagă organele între ele și intervine în apărare.

Componentele țesutului conjunctiv sunt:

- *celule conjunctive,* care nu vin în contact unele cu altele. Unele celule sunt proprii (autohtone), ca fibroblastele, reticulocitele; alte celule sunt mobile, migrate din sânge, ca limfocitele, monocitele și mastocitele;
- *fibre conjunctive*, de elastină, de colagen și de reticulină. Elastina, colagenul și reticulina sunt proteine produse de celulele conjunctive, conferind rezistență și elasticitate;
- *substanță fundamentală*, care intervine în metabolismul apei și al sărurilor minerale, este produsă tot de celulele conjunctive.

Consistența substanței fundamentale reprezintă un criteriu de clasificare pentru țesutul conjunctiv, care este de trei tipuri: moale, semidur și dur.

Țesutul conjunctiv moale - fig. 1.10, a cărui substanță fundamentală este moale, poate fi:

- *lax,* cu mare răspândire în organism; cele trei componente ale sale se găsesc în proporții egale;
- *reticulat*, ale cărui celule au prelungiri, iar fibrele de reticulină formează o rețea. Este întâlnit în măduva hematogenă, în ganglionii limfatici;
- *fibros*, la care predomină fibrele de colagen și cele elastice, având puține celule și o cantitate mică de substanță fundamentală. Această structură îi conferă o mare rezistență, intrând în alcătuirea tendoanelor și fasciilor care acoperă mușchii, a capsulelor organelor interne, a dermului;
- *adipos*, alcătuit din celule globuloase; cea mai mare parte din volumul celulei este ocupată de o picătură de grăsime. Se găsește în jurul unor organe, având rol trofic, mecanic și de izolare termică.
- *elastic*, la care predomină fibrele elastice, cimentate de substanța fundamentală. Prezintă puține celule, iar substanța fundamentală se găsește în cantitate redusă. Acest tip de țesut intră în alcătuirea arterelor și a venelor mari.

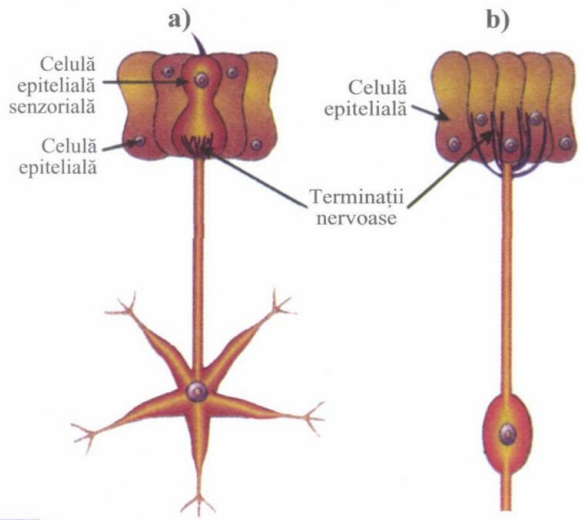
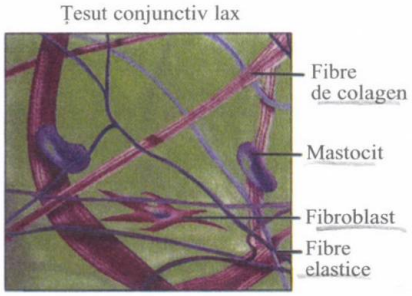
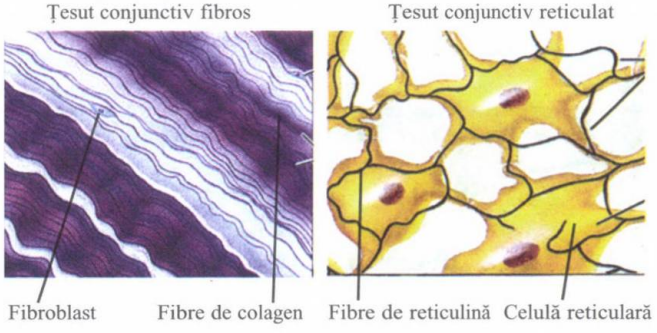


Fig. 1.9 *Tipuri de receptori*

Compară receptorul de natură epitelială (a) cu cel de natură nervoasă (b).





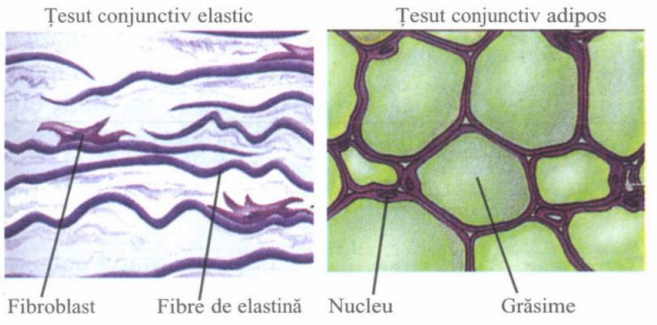


Fig. 1.10 *Tipuri de țesut conjunctiv moale*

Descrie tipurile de țesut conjunctiv moale.

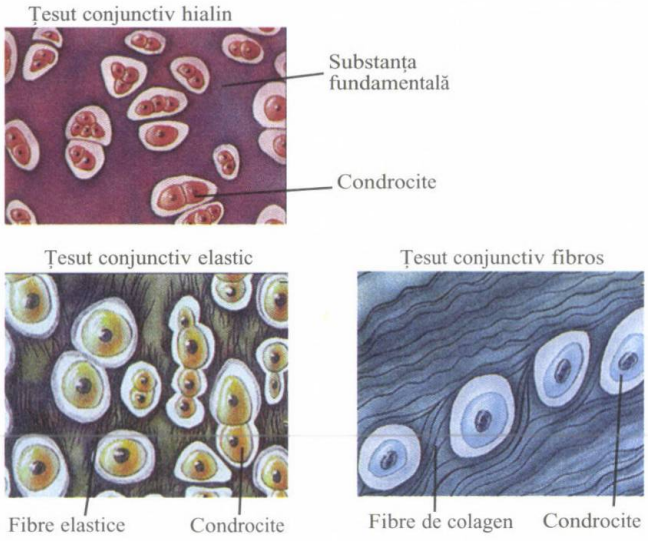


Fig. 1.11 *Țesut conjunctiv semidur*

Compară tipurile de țesut conjunctiv semidur.

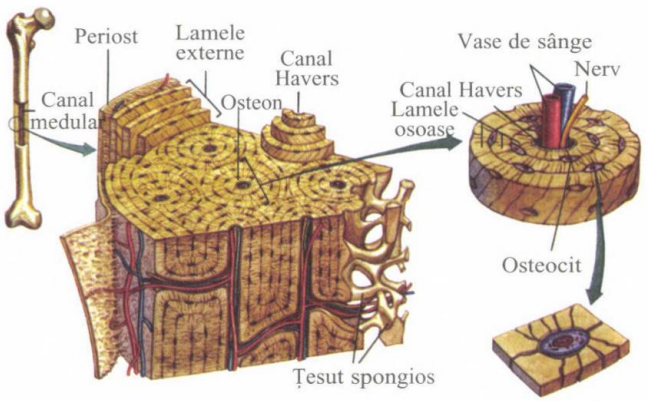


Fig. 1.12 *Secțiune prin țesutul osos compact și spongios*

Compară tipurile de țesut osos.

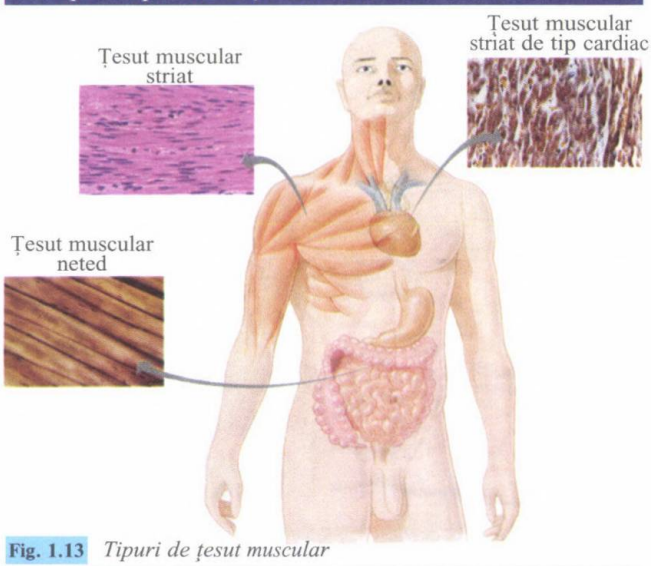


Fig. 1.13 *Tipuri de țesut muscular*

Numește organe care conțin diferite tipuri de țesut muscular.

Țesutul conjunctiv semidur (cartilaginos) este caracterizat ca un țesut elastic și rezistent. Este alcătuit din substanță fundamentală care conține *condrină* (substanță organică impregnată cu săruri de calciu și sodiu), *fibre* elastice și de colagen și *celule*. Celulele pot fi tinere - *condroblaste,* sau mature - *condrocite*. Condrocitele sunt adăpostite în cavități numite *condroplaste*.

Cartilajele - fig. 1.11- sunt de trei tipuri:

– *hialine*, bogate în substanță fundamentală (de exemplu, cartilajele laringeale, bronșice, traheale, costale);

– *elastice* (de exemplu, pavilionul urechii);

– *fibroase* (de exemplu, discurile intervertebrale).

Cartilajele sunt acoperite de o membrană fibroasă, numită *pericondru*, care le asigură hrănirea (ele fiind avasculare și lipsite de inervație).

Țesutul conjunctiv dur (osos) este adaptat la funcția de susținere și rezistență. Țesutul osos intră în alcătuirea oaselor și este format din celule, fibre și substanță fundamentală. *Celulele* osoase sunt de trei tipuri:

- *osteoblaste* – celule tinere, care secretă substanță preosoasă - oseina și apoi se transformă în celule mature;
- *osteocite* – celule mature cu numeroase prelungiri, adăpostite în cavități numite *osteoplaste*;
- *osteoclaste* – celule-gigant, multinucleate, care îndeplinesc funcția de distrugere și limitare a formării țesutului osos, în funcție de necesitățile fiziologice.

Substanța fundamentală are două componente: una organică, reprezentată de oseină și una anorganică, formată în mare parte din săruri de calciu și fosfor. Oseina, impregnată cu sărurile minerale, se dispune sub forma unor *lamele osoase*. Modul de dispunere a lamelelor clasifică țesutul osos în:

- *țesut osos compact* - fig. 1.12 - este străbătut de canale mici, numite canale Havers, în care se găsesc vase de sânge, țesut conjunctiv lax și nervi. În jurul canalelor Havers țesutul osos se dispune sub formă de lamele concentrice, formând un *sistem Havers* sau *osteon*, sistem ce reprezintă unitatea structurală a osului compact.
- *țesutul osos spongios* - fig. 1.12 - are aspect buretos și este format din lamele osoase (trabecule) care se întretaie, delimitând cavități mici (areole), pline cu măduvă roșie.

Sângele este o varietate fluidă de țesut conjunctiv, ale cărui celule sunt reprezentate de elementele figurate, iar substanța fundamentală este reprezentată de plasmă.

ȚESUTUL MUSCULAR

Țesutul muscular este alcătuit din celule musculare alungite, numite *fibre musculare*. Acestea sunt delimitate de o membrană numită *sarcolemă*, iar în interiorul celulei se găsește citoplasma numită *sarcoplasmă*. În sarcoplasmă se găsesc și organite citoplasmatice specifice, numite *miofibrile*, care le conferă proprietatea de a se contracta. Țesutul muscular este bogat vascularizat și inervat. În corpul uman există:

- *țesut muscular neted* - întâlnit în musculatura organelor interne, în pereții vaselor de sânge și în capsula unor organe. Acest țesut se contractă involuntar;
- *țesut muscular striat* - intră în alcătuirea musculaturii scheletice, a limbii, a treimii superioare a esofagului și a unor sfinctere. Acest țesut se contractă voluntar;
- *țesut muscular striat de tip cardiac* - formează miocardul sau mușchiul inimii - fig. 1.13. Acest țesut se contractă involuntar;

***Țesutul muscular neted** are celulele fusiforme în care se observă miofibrile cu aspect omogen, iar în zona centrală, nucleul - fig. 1.14.

***Țesutul muscular striat** are celule cilindrice cu extremități rotunjite sau ramificate. În sarcoplasmă reticulul endoplasmic formează două tipuri de canale, unele dispuse longitudinal și altele dispuse transversal, cu rol în contracția musculară. În sarcoplasma celulelor se mai găsesc numeroși nuclei periferici, mitocondrii și miofibrile - fig. 1.15.

La microscopul optic, miofibrilele se prezintă sub forma unor discuri (benzi) clare sau întunecate, cu dispoziție alternă, situate la același nivel în toate miofibrilele, dând fibrelor aspect striat.

Discurile clare sunt străbătute de o membrană întunecată, membrana Z, care unește miofibrilele unei fibre între ele, iar capetele ei se fixează pe sarcolemă.

Discurile întunecate sunt străbătute de o zonă clară, membrana H. Segmentul din miofibrilă cuprins între două membrane Z poartă numele de *sarcomer* și reprezintă unitatea morfofuncțională a miofibrilei.

La microscopul electronic se observă că fiecare miofibrilă este formată din două tipuri de *miofilamente*: unele mai groase, formate din *miozină*, corespunzătoare discurilor întunecate, altele mai subțiri, formate din *actină*, solidarizate de membrana Z și intercalate între miofilamentele groase. Fiecare filament de miozină este înconjurat de șase filamente de actină. Miozina și actina sunt proteine contractile.

***Țesutul muscular striat de tip cardiac** este alcătuit din celule musculare asemănătoare cu cele ale țesutului muscular scheletic, de care se deosebesc prin faptul că au lungimea și diametrul mai mici, sunt întotdeauna ramificate și au un singur nucleu, dispus central. Fibrele cardiace sunt unite longitudinal și transversal la nivelul discurilor intercalare, motiv pentru care funcționează ca un sincițiu.

În afara acestui tip de țesut, în peretele inimii se mai găsește un țesut specific, care asigură automatismul cardiac. El este format din celule musculare slab diferențiate, cu caractere embrionare, ce conțin multă sarcoplasmă bogată în glicogen și puține miofibrile care trec dintr-o celulă în alta. Ele formează o rețea prin care impulsurile se transmit în toate direcțiile, la fibrele miocardului. Acest tip de țesut special poartă numele de *țesut nodal* - fig.1.16.

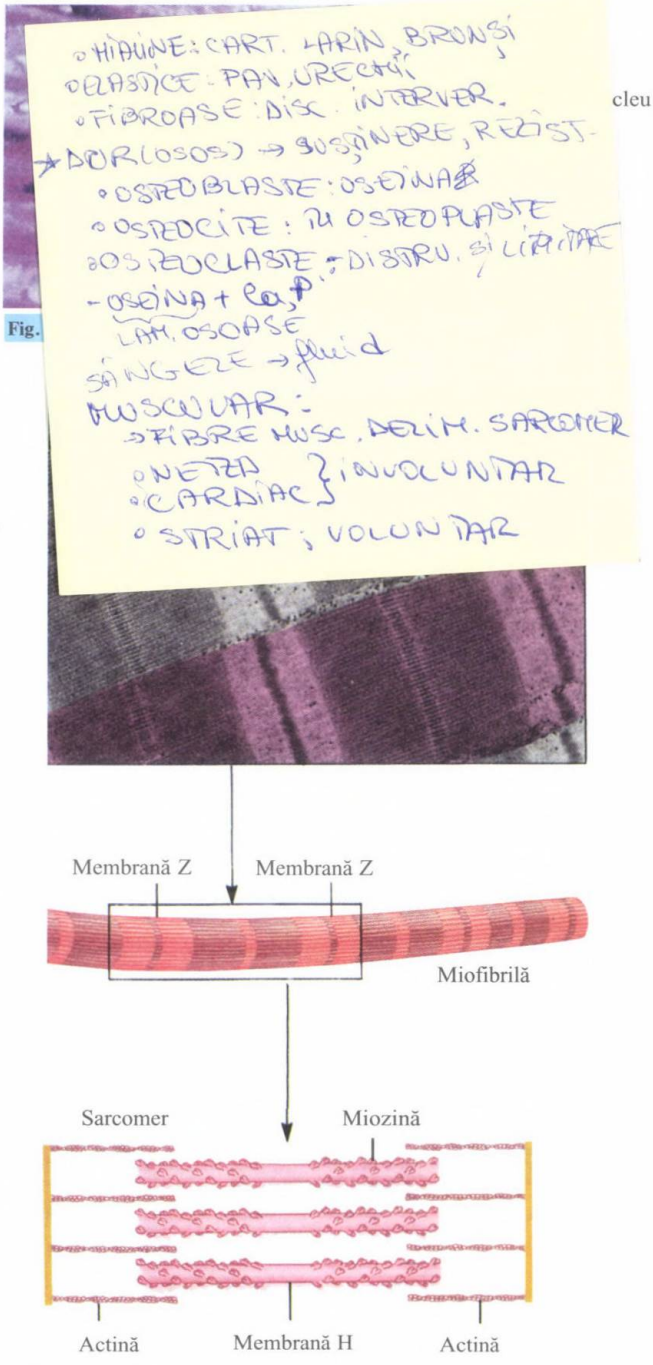


Fig. 1.15 *Țesut muscular striat*

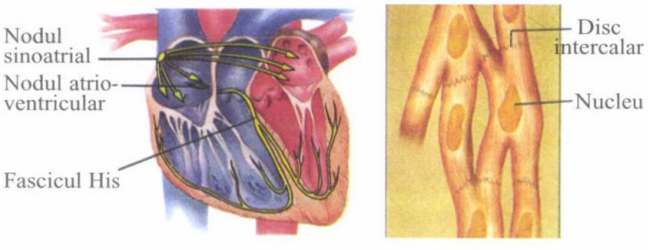


Fig. 1.16 *Țesut muscular striat de tip cardiac*

Compară tipurile de țesut muscular.

ȚESUTUL NERVOS

Țesutul nervos este format din celule diferențiate, de origine ectodermică: *neuroni* și *celule gliale*.

Neuronul

Neuronul - fig. 1.17 - reprezintă unitatea structurală și funcțională a sistemului nervos, capabilă să genereze și să conducă impulsuri nervoase. El este alcătuit din *corp celular (pericarion)* și două tipuri de prelungiri: *dendrite* și *axon*.

Pericarionul conține un singur nucleu și setul de organite caracteristice celulei eucariote animale; la acestea se adaugă structuri specifice: *neurofibrilele* și *corpusculii Nissl*. Membrana corpului celular se numește *neurilemă*. Pericarionul funcționează ca un *centru de integrare*, intrând în alcătuirea substanței cenușii. Corpii celulari, când se găsesc în interiorul sistemului nervos central, formează *nuclei*, iar când se găsesc în afara sistemului nervos central, se grupează și formează *ganglioni* (senzitivi - atașați rădăcinii posterioare a nervilor spinali și vegetativi - prezenți pe calea eferentă vegetativă).

Dendritele sunt prelungiri scurte și bogat ramificate ale corpului celular, ce recepționează informațiile de la alți neuroni sau din mediu, generând impulsuri nervoase.

Impulsurile se deplasează de la dendrite către corpul celular (*centripet*). Dendritele pot funcționa ca receptori sau pot fi în legătură cu receptorii.

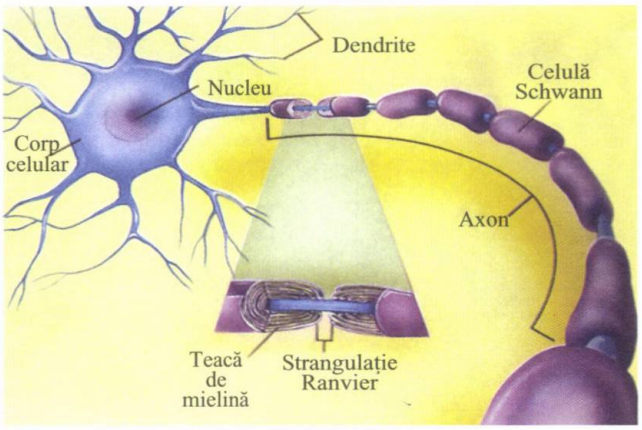


Fig. 1.17 *Structura unui neuron*

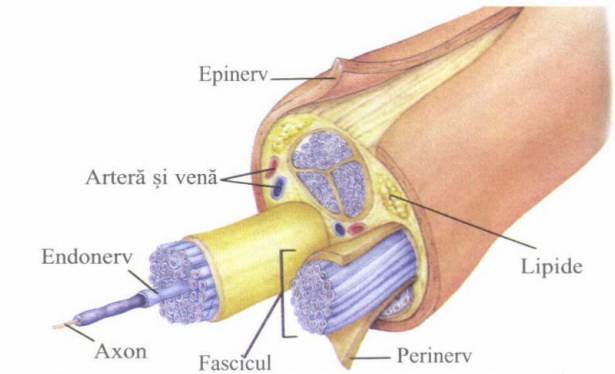


Fig. 1.18 *Structura nervului*

Axonul, prelungire unică și obligatorie, conduce impulsurile nervoase la alți neuroni, la glande sau la mușchi (*centrifug*). Începe cu conul axonal, iar la partea sa terminală, axonul se ramifică, ramificațiile terminându-se prin butoni terminali, care conțin vezicule în care este stocată o substanță (mediator chimic). Fibra axonică este delimitată de *axolemă* și este învelită în mai multe teci:

- *teaca de mielină* este produsă de celulele Schwann și este dispusă sub formă de lamele lipoproteice concentrice, de culoare albă. În nevrax, mielina este produsă de un alt tip de celule gliale, celulele Schwann lipsind. Este prezentă la majoritatea axonilor (axoni mielinici);
- *teaca Schwann* este alcătuită din celule gliale răsucite în jurul axonilor. Între două celule Schwann se află o *strangulație Ranvier* (regiune nodală), pe unde ies ramificațiile colaterale ale axonilor (când sunt prezente);
- *teaca Henle* este continuă și acoperă fibra nervoasă la exterior. Este de natură conjunctivă, având rol nutritiv și de protecție. Lipsește în sistemul nervos central.

Prelungirile neuronilor formează *nervi* și *căi de conducere în nevrax* (tracturi).

Din punct de vedere funcțional, nervii pot fi:

– *senzitivi,* care transmit impulsuri senzitive de la receptori la centrii nervoși;

– *motori,* care transmit impulsuri motorii (comenzi) de la centrii nervoși la organele efectoare;

– *mixți,* adică au atât fibre senzitive cât și fibre motorii.

Un nerv - fig. 1.18 - este învelit la periferie de țesut conjunctiv *(epinerv)*. Acest înveliș trimite în interior septuri – *perinervul* – care separă fasciculele de fibre nervoase. Din perinerv se desprind structuri conjunctive, care pătrund în fascicule, solidarizând fibrele între ele, și care reprezintă *endonervul*.

Neuronii se clasifică după mai multe criterii.

După funcția pe care o îndeplinesc, sunt:

- *neuroni aferenți* sau senzitivi, care culeg impulsuri primite de la receptori și le transmit la centrii nervoși (centripet);
- *neuroni eferenți* sau motori, care transmit răspunsuri la efectori: mușchii și glandele (centrifug);
- *neuroni de asociație* sau interneuroni, care constituie 99% din neuronii prezenți în organism; se găsesc în exclusivitate în interiorul SNC.

Neuronii mai pot funcționa și ca receptori (ca în cazul retinei, mucoasei olfactive) sau ca efectori (ca în cazul medulosuprarenalei).

După numărul de prelungiri, sunt:

- *neuroni unipolari,* cu un singur axon (de exemplu, celulele fotoreceptoare din retină);
- *neuroni bipolari,* cu o dendrită și un axon (de exemplu, neuronii din mucoasa olfactivă);
- *neuroni pseudounipolari,* cu o prelungire unică, dar care se bifurcă în două ramuri, ambele mielinizate (de exemplu, neuronii din ganglionii spinali);

- *neuroni multipolari*, care au un axon și mai multe dendrite (majoritatea) - fig. 1.19.

Celulele gliale

Sunt celule inexcitabile, care se găsesc printre neuroni și care au capacitatea de a se divide și de a lua locul neuronilor distruși. Sunt lipsite de neurofibrile și de corpusculi Nissl. Celulele gliale sunt localizate:

- la nivelul SNC, unde se numesc *nevroglii*, fiind reprezentate de: *astrocite*, cu rol trofic pentru neuroni; *oligodendroglii*, cu rol de sinteză a tecii de mielină; *microglii*, cu rol fagocitar;
- în sistemul nervos periferic, reprezentate de *celulele Schwann*.

Celulele gliale se regăsesc și în structura neurohipofizei și a epifizei. Se estimează că sunt de 50 de ori mai numeroase decât neuronii și că au rol și în procesul de învățare.

*Proprietățile fundamentale ale neuronilor

Neuronii au două proprietăți fundamentale: *excitabilitatea* și *conductibilitatea*.

Excitabilitatea este o proprietate fundamentală a materiei vii și reprezintă capacitatea de a răspunde prin manifestări specifice la acțiunea unor stimuli. Stimulul produce în neuron modificări fizico-chimice, care stau la baza generării impulsului nervos. Impulsul se propagă ca **potențial de acțiune**. Pentru ca un stimul să producă un impuls nervos, acesta trebuie să aibă o anumită intensitate, numită *intensitate prag*. Stimulii cu intensitate sub valoarea intensității prag (subliminali) nu produc la nivelul neuronului impuls nervos.

Stimulii cu intensitate superioară intensității prag nu produc un impuls nervos mai puternic decât cel produs de valoarea prag. Acest fapt este cunoscut sub denumirea de **legea „tot sau nimic"**, care se referă la potențialul de acțiune a cărui amplitudine este maximă atunci când stimulul a atins valoarea prag. Stimulii subliminali produc *potențiale locale*, care nu se propagă.

Intensitatea minimă a unui curent electric (aplicat pe un nerv), care produce un răspuns din partea nervului sau a mușchiului pe care nervul îl deservește, se numește **reobază**. Timpul de aplicare a curentului până la obținerea răspunsului reprezintă **timpul util**. La modificări mici ale intensității curentului se obțin variații mari ale timpului util. Folosind un curent electric cu intensitate dublă față de reobază, se constată că variațiile timpului util sunt minime.

Cronaxia reprezintă timpul minim necesar unui curent cu intensitate dublă față de reobază pentru a produce un răspuns motor.

Membrana neuronului este polarizată în repaus, fiind încărcată pozitiv pe fața ei externă și negativ pe fața internă - fig. 1.20. Această diferență de potențial poartă numele de *potențial membranar de repaus* și are o valoare medie de (-50) – (-70) mV.

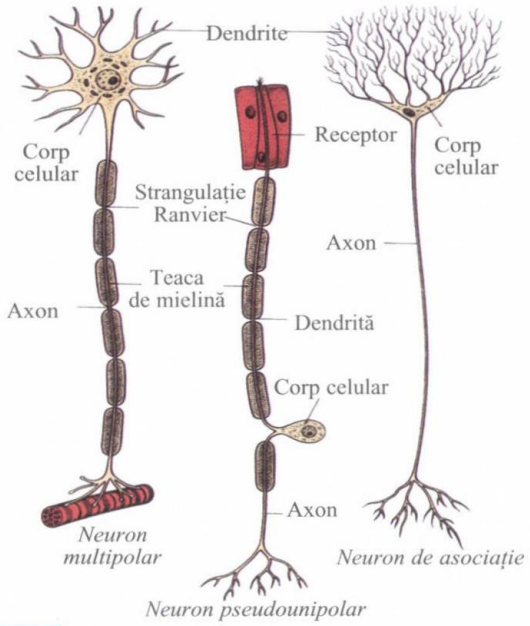


Fig. 1.19 *Tipuri de neuroni*

Care dintre cei trei neuroni de mai sus este motor și care este senzitiv?

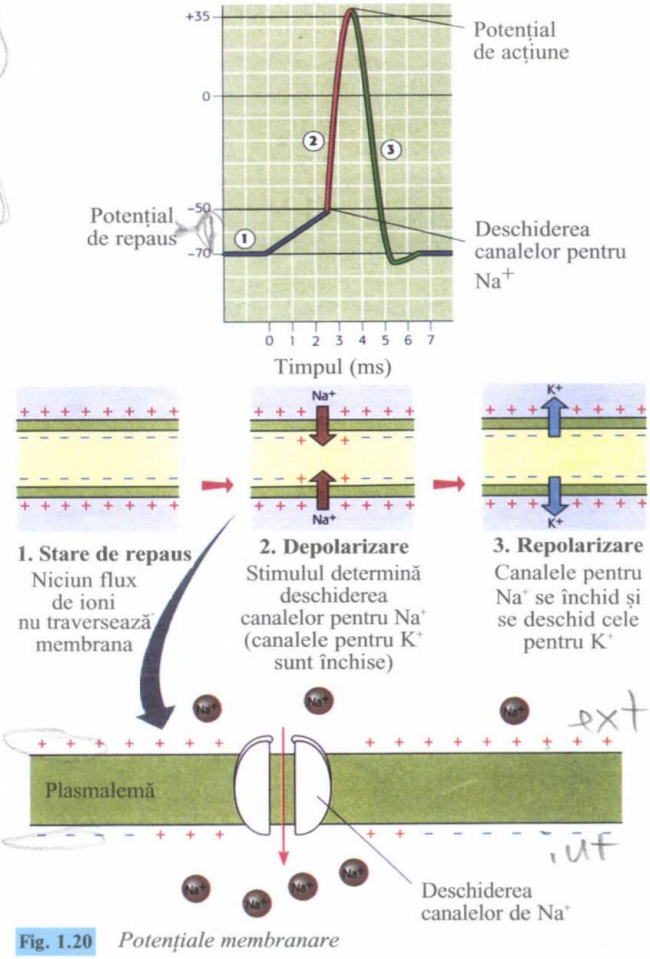


Fig. 1.20 *Potențiale membranare*

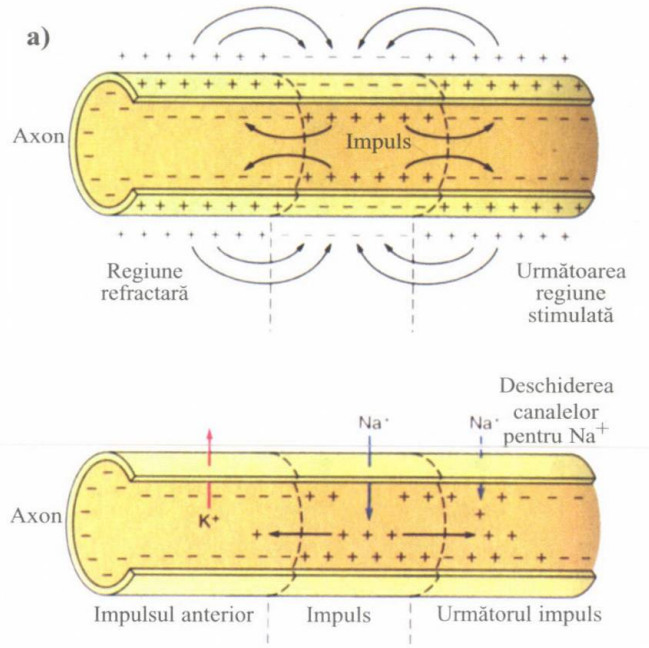


Fig. 1.21 *Conducerea impulsurilor nervoase prin axonul amielinic (a) și prin axonul mielinic (b)*

Compară conductibilitatea neuronală prin cele două tipuri de neuroni.

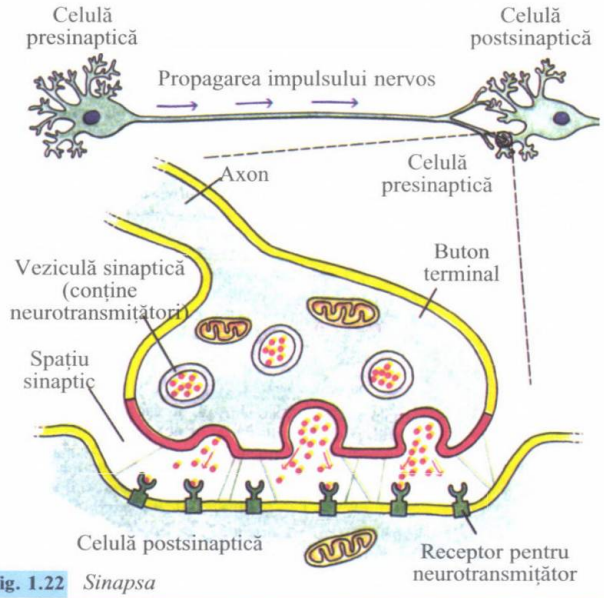


Fig. 1.22 *Sinapsa*

De ce sunt prezente numeroase mitocondrii și de ce transmiterea este unidirecțională la nivelul sinapsei?

El este consecința permeabilității selective a membranei și a prezenței unor anioni nedifuzabili în spațiul intracelular. Diferența de potențial este menținută prin activitatea unor mecanisme membranare, prin care este expulzat Na^+ din celulă și este introdus K^+.

Aplicarea unui stimul cu o intensitate de valoare prag, crește permeabilitatea membranei pentru Na^+, care pătrunde în celulă, determinând **depolarizarea** membranei și micșorând diferența de potențial. Prin creșterea influxului de Na^+, polaritatea membranei se inversează, devenind negativă pe fața externă și pozitivă pe fața internă, ceea ce determină apariția unui *potențial de acțiune*. Acesta are o valoare de +35 mV și se propagă de-a lungul fibrei nervoase.

Repolarizarea membranei se face prin scăderea permeabilității membranei pentru Na^+ și creșterea efluxului de K^+, restabilindu-se echilibrul electric inițial (cu sarcini pozitive la exterior și negative la interior), urmat și de restabilirea celui ionic, prin eflux de Na^+ și influx de K^+.

Dacă în timpul potențialului de acțiune intervine un nou stimul, acesta nu va determina un nou potențial de acțiune, instalându-se *perioada refractară*.

Conductibilitatea este proprietatea fibrei nervoase de a conduce informația nervoasă și de a o transmite fie altui neuron (la nivelul sinapsei), fie unui organ efector.

La nivelul neuronului, conducerea impulsurilor nervoase se face *unidirecțional*.

În axonii mielinici, deoarece mielina este un bun izolator electric, potențialul de acțiune se propagă *saltatoriu*, dintr-o strangulație Ranvier în alta (unde nu este mielină). Sarcinile pozitive străbat membrana și trec pe fața internă a acesteia, deplasându-se spre zonele negative învecinate, unde străbat membrana în sens invers, închizându-se astfel un flux circular de curent (curent Hermann). Acesta determină o nouă depolarizare și, deci, generarea potențialului de acțiune în acele zone.

În axonii amielinici fluxurile circulare de curent se închid din aproape în aproape, iar în axonii mielinici acestea se deplasează sărind de la un nod Ranvier la altul (conducere saltatorie) - fig. 1.21.

Prin transmiterea saltatorie, viteza cu care este condus impulsul nervos este de aproape 50 de ori mai mare în axonii mielinici, comparativ cu cei amielinici.

Conducerea impulsului nervos este un proces activ, care se realizează cu consum de energie.

*Sinapsa

Semnalele nervoase trec unidirecțional de la un neuron la altul prin intermediul unor structuri specializate, numite *sinapse* - fig. 1.22.

Cei doi neuroni care participă la sinapsă nu intră în contact direct, între ei existând un spațiu numit *fantă sinaptică*, ce separă neuronul care transmite informația (*componenta presinaptică*) de neuronul care o primește

(*componenta postsinaptică*). În majoritatea cazurilor informația este transmisă cu ajutorul unor molecule-semnal, numite neurotransmițători sau mediatori chimici (sinapse chimice). Aceste substanțe sunt sintetizate de fiecare neuron, împachetate în vezicule și înmagazinate în terminațiile axonice.

Tot sinapse se numesc și legăturile funcționale dintre: receptor - fibră senzitivă; fibră motorie - celulă glandulară; fibră motorie - celulă musculară striată (joncțiune neuromusculară sau placă motorie).

La nivelul receptorilor, diversele forme de energie a stimulilor sunt codificate sub formă de impuls nervos (cod electric). La nivelul sinapselor are loc întâi o decodificare a impulsului (potențial de acțiune presinaptic), apoi o recodificare pe cod chimic (eliberarea mediatorului chimic) și trecerea înapoi la codul electric (potențial de acțiune postsinaptic).

Există și unele sinapse cu transmitere electrică, de exemplu în miocard, cele două celule fiind alipite, iar Na^+, K^+, Cl^-, Ca^{++} trec prin locul de joncțiune.

Semnalele transmise prin intermediul sinapselor au intensități diferite și pot avea efecte opuse pentru celula postsinaptică, ceea ce înseamnă că ele pot avea efect excitator sau inhibitor.

Principalii neurotransmițători sunt acetilcolina (cel mai răspândit) și noradrenalina. Noradrenalina se pare că are un rol și în starea de veghe și de atenție. Conform ultimelor cercetări, ar exista o legătură între unele depresii grave și nivelul extrem de scăzut al noradrenalinei în anumite sinapse.

SINTEZĂ

- Celula este unitatea biologică, structurală, funcțională și genetică a oricărui organism.
- Celulele sunt separate de mediul lor extern printr-o membrană celulară formată dintr-un bistrat lipidic, în care sunt inserate proteine.
- Nucleul este înconjurat de o membrană dublă, care este străbătută de pori. În interiorul nucleului se găsesc cromatina (din care, în timpul diviziunii, se organizează cromozomii) și nucleolii.
- Citoplasma prezintă o parte fluidă, numită citosol, în care se găsesc: ribozomii, reticulul endoplasmatic, aparatul Golgi, mitocondriile, lizozomii, centrozomul (organite citoplasmatice).
- Tot în citoplasmă se găsește și citoscheletul, care conferă forma celulei.
- Organizarea corpului uman este de tip ierarhic:

– Celulele sunt organizate în țesuturi. Cele patru tipuri de țesuturi sunt: epitelial, conjunctiv, muscular și nervos.

– Diferitele tipuri de țesuturi formează organe, care intră în alcătuirea sistemelor. Organele și sistemele formează organismul, care funcționează ca un tot unitar.

TEME

I. Selectează răspunsul corect:

1. Boli ale sângelui pot apărea prin afectarea țesutului conjunctiv: a) reticulat; b) lax; c) elastic; d) fibros.
2. Cartilajele se vindecă greu pentru că: a) au substanță fundamentală semidură; b) condrocitele nu se pot divide; c) sunt avasculare; d) toate variantele sunt corecte.

II. Asociază următoarele noțiuni:

1. Canal Havers	a) distrugere a osului
2. Periost	b) conține țesut conjunctiv lax
3. Osteoclast	c) înveliș al osului
4. Osteon	d) unitate morfofuncțională a osului

III. Grupează organitele celulare în funcție de numărul membranelor care le delimitează.

IV. Răspunde la următoarele întrebări:

- Care sunt caracteristicile comune celor trei tipuri de țesut muscular?
- Care axoni conduc mai rapid impulsul nervos?

V. Realizează observații microscopice ale țesuturilor, studiind preparatele fixe din laborator și apoi desenează tipurile de țesuturi observate.

VI. Clasifică și caracterizează tipurile de țesuturi învățate.

Activitate în perechi • Formulați o ipoteză

1. Cilii mucoaselor respiratorii ale fumătorilor paralizează în timp. Care pot fi consecințele?
2. Potențialele locale depind de intensitatea stimulului. Când aceasta atinge valoarea prag, potențialul local devine potențial de acțiune, care nu mai depinde de intensitatea stimulului. Deci, un potențial de acțiune nu poate informa centrii nervoși asupra intensității stimulului. Și totuși, un stimul tare determină modificări diferite față de unul slab. Care ar fi acestea?
3. Neurilema consumatorilor de droguri poate dezvolta un număr mare de receptori pentru drog. Cum influențează acest număr mare dependența de drogul respectiv?
4. Argumentează organizarea ierarhică a organismului uman, interpretând imaginea alăturată.

Cap. II

FUNCȚIILE FUNDAMENTALE ALE ORGANISMULUI UMAN

Interacțiunea dintre organe și sisteme determină funcționarea organismului ca un tot unitar, asigurând îndeplinirea funcțiilor:

- *de relație*, realizată de sistemele: nervos, endocrin, locomotor și de analizatori;
- *de nutriție*, realizată de sistemele: digestiv, circulator, respirator și excretor;
- *de reproducere*, realizată de sistemul reproducător masculin și feminin.

1. FUNCȚIILE DE RELAȚIE

a) SISTEMUL NERVOS

AMINTEȘTE-ȚI

- Care este clasificarea sistemului nervos?
- Care sunt componentele sistemului nervos central?
- Unde este localizată măduva spinării?
- Care sunt structurile nervoase care intră în alcătuirea encefalului?

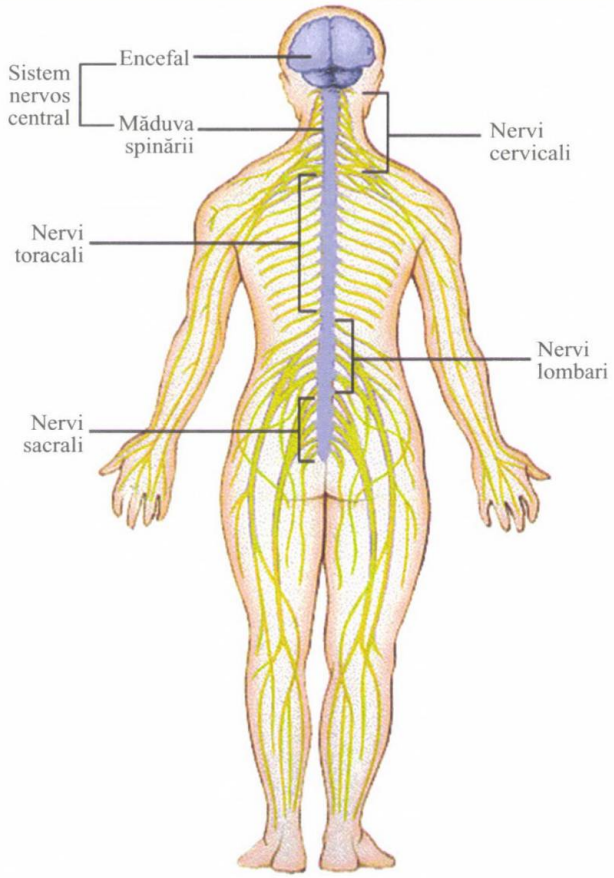


Fig. 2.1 *Sistemul nervos central și periferic*

Sistemul nervos este structurat în vederea culegerii de informații din mediul extern și (împreună cu cel endocrin) a funcționării organismului, coordonând elaborarea răspunsurilor adecvate.

Sistemul nervos este unitar ca structură și funcție și se clasifică, după funcția pe care o îndeplinește, în:

– **somatic** sau al vieții de relație (realizează echilibrul dintre organism și mediu);

– **vegetativ** (coordonează activitatea organelor interne).

SISTEMUL NERVOS SOMATIC

Din punct de vedere topografic, sistemul nervos somatic se clasifică în:

– **central** sau **nevrax** (măduvă și encefal);

– **periferic** (nervii spinali, cranieni și ganglionii nervoși anexați unor nervi) - fig. 2.1.

SISTEMUL NERVOS CENTRAL

Este protejat de un sistem meningeal, format din membrane conjunctive, numite meninge cerebro-spinale:

- *duramater* (externă), care la nivel cranian are două straturi, iar medular are un strat. Spațiul dintre duramater și coloana vertebrală se numește epidural;
- *arahnoida,* subțire și avasculară;
- *piamater* (internă), bogat vascularizată. Capilarele sale formează plexuri coroidiene ce secretă lichidul cefalorahidian (cu rol trofic și de protecție), fiind prezent în spațiul dintre arahnoidă și piamater (spațiul subarahnoidian).

Măduva spinării

Localizare - în interiorul canalului vertebral - fig. 2.2. Se întinde de la orificiul occipital până la a doua vertebră lombară, de unde se continuă cu *conul terminal,* ce se prelungește cu *filum terminale* (alcătuit din celule gliale, fără importanță funcțională), până la a doua vertebră coccigiană.

Configurație externă - măduva are formă cilindrică, ușor turtită antero-posterior. Prezintă de-a lungul ei două îngroșări (intumescențe), care corespund locului de origine a nervilor membrelor superioare (intumescența cervicală) și a nervilor membrelor inferioare (intumescența lombară). Filum terminale, împreună cu nervii lombari, sacrali și coccigieni, formează *coada de cal* - fig. 2.3.

Pe fața anterioară a măduvei se găsește *fisura mediană anterioară*, mai largă și mai adâncă decât *șanțul median posterior,* situat pe fața opusă - fig. 2.4. La locurile de intrare și ieșire a nervilor spinali se află *șanțurile laterale anterioare* și *posterioare*.

Structura internă. În secțiune transversală, la interior, se observă două tipuri de substanță: *substanța cenușie*, dispusă central, în forma literei H și *substanța albă*, dispusă la periferie.

Substanța cenușie este alcătuită din corpi celulari neuronali, în timp ce substanța albă este constituită din fibre nervoase mielinice și celule gliale.

Fragmentul transversal al literei H se numește *comisură cenușie* și este străbătut de *canalul ependimar*, ce conține lichid cefalorahidian. Canalul ependimar se dilată la nivelul trunchiului cerebral, formând ventriculul IV.

- *Substanța cenușie* este alcătuită din trei perechi de coarne:

– *posterioare*, care conțin neuroni somatosenzitivi;

– *laterale*, care conțin neuroni viscerosenzitivi (în jumătatea posterioară) și visceromotori (în jumătatea anterioară). Coarnele laterale sunt observabile în regiunea toraco-lombară (T1-L2).

– *anterioare,* care conțin neuroni somatomotori.

În jurul canalului ependimar și între cornul posterior și cel lateral (în vecinătatea substanței cenușii) se găsesc inele de substanță cenușie dispuse în rețea, ce formează *substanța reticulată medulară* (participă la conducerea sensibilității viscerale).

- *Substanța albă,* datorită formei pe care o are substanța cenușie, este împărțită la rândul ei în trei perechi de *cordoane*: posterioare, laterale și anterioare.

Cordoanele de substanță albă conțin prelungiri neuronale, care sunt organizate în fascicule.

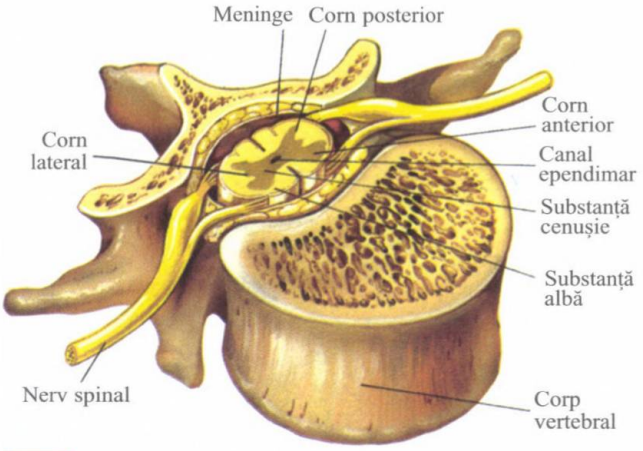


Fig. 2.2 *Secțiune transversală prin coloana vertebrală*

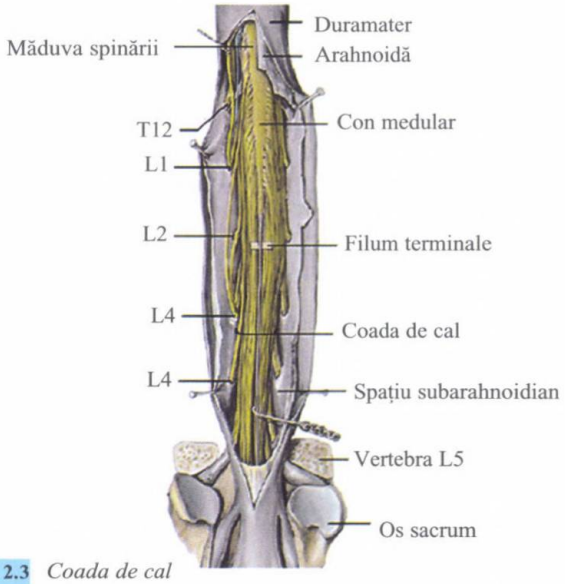


Fig. 2.3 *Coada de cal*

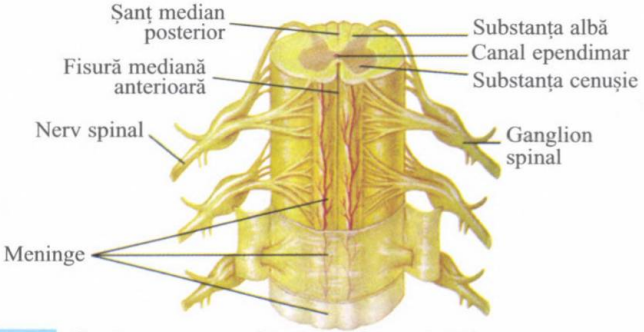


Fig. 2.4 *Secțiune transversală prin măduva spinării*

Descrie localizarea, configurația externă și structura internă a măduvei spinării.

Funcțiile măduvei spinării

Funcțiile măduvei spinării sunt următoarele: *funcția reflexă,* îndeplinită de substanța cenușie, prin care măduva spinării are rol de centru nervos și *funcția de conducere*, îndeplinită de substanța albă, prin care se realizează legătura în dublu sens, între encefal și sistemul nervos periferic.

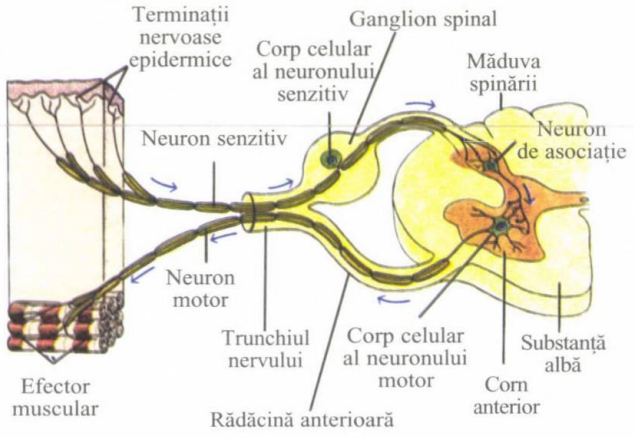


Fig. 2.5 *Arc reflex prin nervul spinal*

Stabilește componentele arcului reflex somatic.

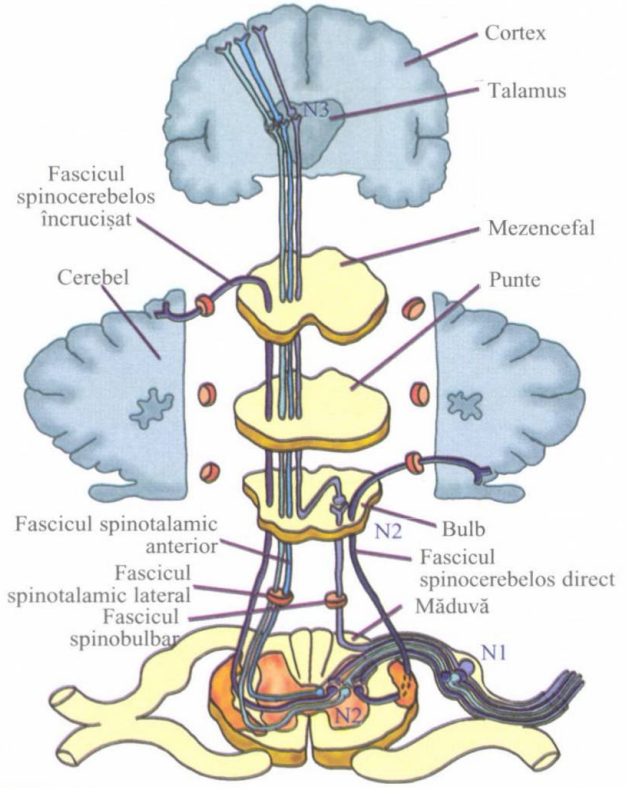


Fig. 2.6 **Căile ascendente*

Stabilește numărul de neuroni, localizarea acestora și locul de încrucișare pentru fiecare cale ascendentă.

Funcția reflexă

Activitatea întregului sistem nervos se realizează prin actul reflex (reflexul). Acesta este procesul de răspuns al centrilor nervoși la acțiunea unui stimul asupra unui receptor și are ca substrat anatomic arcul reflex - fig. 2.5.

Arcul reflex este alcătuit din următoarele componente:

- *receptorul*, structură excitabilă, care transformă energia stimulului în impuls nervos. Clasificarea receptorilor se face după următoarele criterii:

– după natura stimulului care acționează asupra lor, pot fi: *mecanoreceptori*, stimulați de factori mecanici (atingeri, vibrații etc.); *termoreceptori*, stimulați de variații ale temperaturii (în raport cu temperatura corpului); *chemoreceptori*, ce percep acțiunea substanțelor chimice (olfactiv, gustativ); *fotoreceptori*, stimulați de lumină.

– după localizare, pot fi: *exteroceptori* (situați la exteriorul corpului), *interoceptori* (situați în organele interne și în vasele de sânge) și *proprioceptori* (situați în oase, articulații, mușchi, tendoane).

- *calea aferentă,* reprezentată de prelungirile neuronilor senzitivi, situați în ganglionii spinali și în ganglionii omologi de pe traseul unor nervi cranieni;
- *centrul reflex (centru nervos),* structură din sistemul nervos central, la nivelul căreia ajung și se prelucrează informațiile venite de la receptor. Impulsurile generate la acest nivel ajung la organele efectoare. Astfel, se închid reflexe (unele reflexe vegetative se pot închide și la nivelul ganglionilor vegetativi, deci extranevraxial);
- *calea eferentă*, reprezentată de axonii neuronilor motori, prin care comenzile centrilor ajung la efectori;
- *efectorul,* reprezentat de un mușchi striat (în cazul unui reflex somatic), de un mușchi neted (în cazul unui reflex vegetativ) și de glande. Efectorul realizează un răspuns - contracție sau secreție.

*Reflexele medulare sunt de două feluri: *reflexe medulare somatice* și *reflexe medulare vegetative.*

Reflexele medulare somatice pot fi la rândul lor: *monosinaptice* (arcul lor reflex este constituit din doi neuroni, unul senzitiv și unul motor, cum este reflexul rotulian) și *polisinaptice* (arcul reflex are cel puțin trei neuroni, dintre care unul este intercalar, cu rol de a asocia neuronul senzitiv cu cel motor, ca de exemplu, reflexul de flexie, cornean).

Reflexele medulare vegetative se închid în coarnele laterale ale măduvei spinării. Receptorii sunt din categoria interoceptorilor, iar efectorii pot fi glande sau mușchi viscerali. Astfel de reflexe sunt: cardioaccelerator, de sudorație, de micțiune, de defecație și sexuale.

Funcția de conducere

Funcția de conducere este îndeplinită de substanța albă, care formează perechi de fascicule ascendente, descendente (lungi) și de asociație (scurte, care fac legătura între diferite segmente ale măduvei).

*Fascicule ascendente (componente ale căilor sensibilității)

Fascicule	Localizare	Sensibilități conduse
Fasciculele spinotalamice anterioare	Cordoane anterioare	Sensibilitatea tactilă grosieră sau protopatică (exteroceptivă)
Fasciculele spinobulbare (Goll, Burdach) De la nivelul bulbului se continuă cu lemniscul medial	Cordoane posterioare	Sensibilitatea tactilă fină sau epicritică (exteroceptivă) și cea proprioceptivă conștientă (simțul poziției și al mișcării în spațiu)
Fasciculele spinotalamice laterale	Cordoane laterale	Sensibilitatea termică și dureroasă (exteroceptivă) și cea interoceptivă
Fasciculele spinocerebeloase directe (Flechsig)	Cordoane laterale	Sensibilitatea proprioceptivă inconștientă (de control al mișcării) din partea inferioară a corpului
Fasciculele spinocerebeloase încrucișate (Gowers)	Cordoane laterale	Sensibilitatea proprioceptivă inconștientă, de la nivelul regiunii superioare a trunchiului și a membrelor superioare

Fasciculele ascendente (vezi tabelul) conduc sensibilitatea generală a corpului. Informațiile de la nivelul receptorilor ajung la măduvă prin nervii spinali, fiind conduse apoi prin fascicule ascendente la centrii superiori.

Căile ascendente, de regulă, au pe traseul lor trei neuroni și au proiecție corticală limitată, în anumite arii specifice. Corpul primului neuron al căii se află în ganglionul spinal; corpul celui de-al doilea neuron se află în măduvă sau în bulb, iar al treilea neuron se află în talamus - fig. 2.6.

Căile ascendente sunt specifice diferitelor sensibilități: exteroceptivă, proprioceptivă și interoceptivă.

Fasciculele descendente sunt de două tipuri: piramidale și extrapiramidale. *Fasciculele piramidale* - fig. 2.7a - conduc motilitatea voluntară, realizată de mușchii striați. Aceste fascicule au origine corticală și se termină în măduva spinării, având un singur neuron. De aceea se mai numesc corticospinale. *Fasciculele extrapiramidale* - fig. 2.7b - conduc motilitatea involuntară (tonus muscular, mișcări asociate cu mersul, scrisul). Pot avea origine corticală, caz în care fac sinapsă în ganglionii bazali, dar majoritatea lor au origine subcorticală. Fasciculele extrapiramidale se termină tot în măduvă.

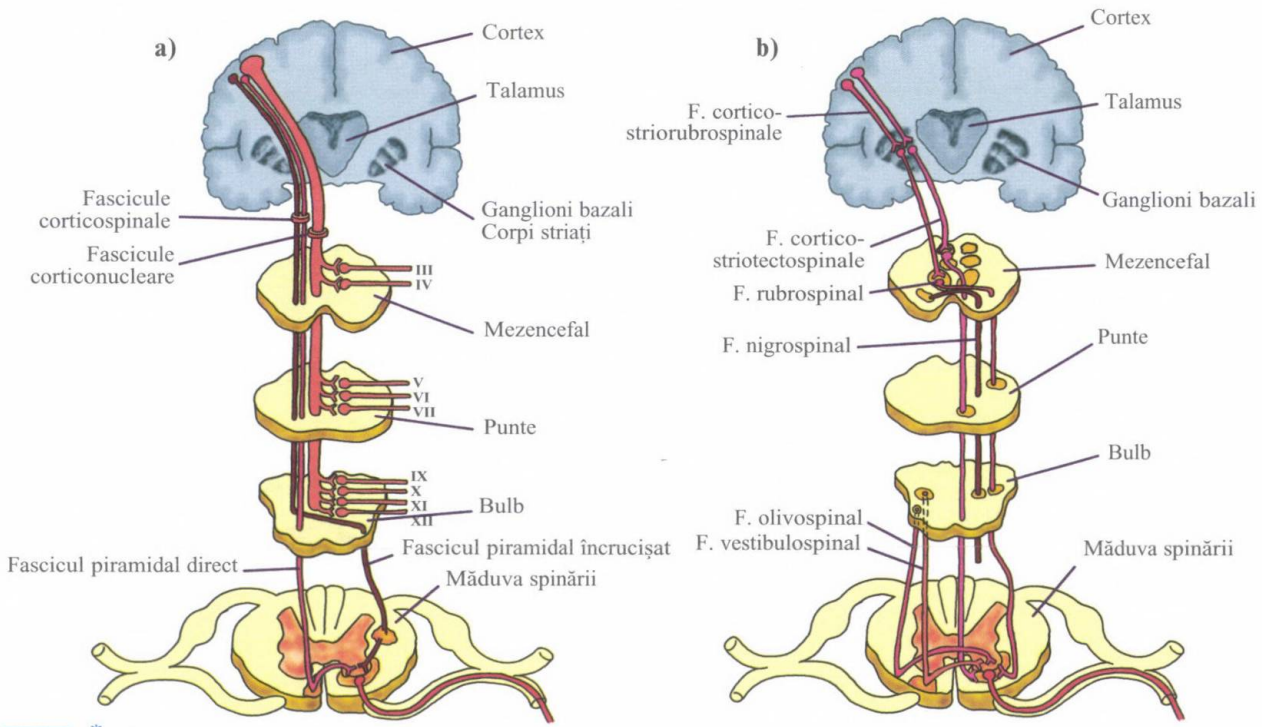


Fig. 2.7 *Căile descendente: a) piramidale; b) extrapiramidale*

Compară căile piramidale cu cele extrapiramidale, ca origine, număr de neuroni, loc de încrucișare.
Fibrele fasciculelor corticonucleare se termină la nucleii motori ai unor nervi cranieni. Ce rol au aceste fascicule?

*Fascicule descendente (componente ale căilor motilității)

Fascicule	Localizare	Neuroni de origine	Motilitate
Fasciculele piramidale directe	Cordoane anterioare	Cortex	Motilitate voluntară
Fasciculele piramidale încrucișate	Cordoane laterale	Cortex	Motilitate voluntară
Fasciculele rubrospinale	Cordoane laterale	Nucleul roșu din mezencefal	Motilitate involuntară
Fasciculele tectospinale	Cordoane anterioare	Coliculii cvadrigemeni din mezencefal	Motilitate involuntară
Fasciculele nigrospinale	Cordoane anterioare	Substanța neagră din mezencefal	Motilitate involuntară
Fasciculele olivospinale	Cordoane laterale	Nucleii olivari din bulb	Motilitate involuntară
Fasciculele vestibulospinale	Cordoane anterioare	Nucleii vestibulari din bulb	Motilitate involuntară
Fasciculele reticulospinale	Cordoane anterioare și laterale	Substanța reticulată a trunchiului cerebral	Motilitate involuntară

Fibrele întregului sistem motor (piramidal și extrapiramidal) fac sinapsă în coarnele anterioare medulare cu neuroni motori. Axonii motoneuronilor ies prin rădăcina anterioară a nervului spinal și ajung la mușchii scheletici. Deci căile descendente au origine corticală sau subcorticală și se termină la mușchii scheletici.

SINTEZĂ

- Sistemul nervos se clasifică, după funcție, în somatic și vegetativ.
- Din punct de vedere structural, sistemul nervos somatic este de două feluri: central și periferic.
- Sistemul nervos central este alcătuit din măduva spinării și encefal, în timp ce sistemul nervos periferic este format din nervi și ganglioni nervoși.
- Măduva spinării este adăpostită în canalul vertebral, fiind alcătuită din substanță albă la exterior și substanță cenușie în interior.
- Substanța albă îndeplinește funcția de conducere, iar substanța cenușie, pe cea de centru reflex.

TEME

I. Alege răspunsul corect:

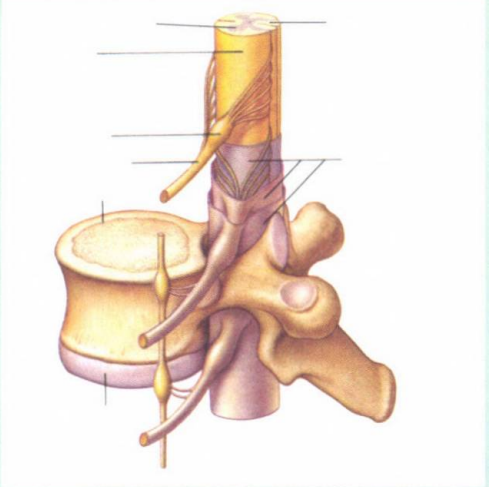
1. Sistemul nervos central cuprinde:
   a. măduva spinării și nervii;
   b. encefalul și măduva spinării;
   c. encefalul;
   d. encefalul și ganglionii nervoși.
2. În coarnele anterioare ale măduvei spinării se găsesc:
   a. neuroni senzitivi;
   b. neuroni motori;
   c. substanță albă;
   d. neuroni vegetativi.

II. Adevărat sau fals?

1. Substanța albă a măduvei spinării este formată din corpi celulari neuronali.
2. Măduva spinării este adăpostită în canalul vertebral.
3. Funcția de centru reflex este îndeplinită de substanța albă.

III. Compară: substanță cenușie - substanță albă; căi ascendente - căi descendente.

IV. Completează legenda:



Activitate în perechi • Formulați o ipoteză

Traumatismele măduvei sunt întotdeauna grave. Cu cât sunt localizate mai sus, cu atât sunt mai grave. Cum explicați acest lucru?

Encefalul

Encefalul - fig. 2.8 - reprezintă componenta cea mai voluminoasă a sistemului nervos, fiind adăpostit în cutia craniană. Principalele structuri nervoase ce intră în alcătuirea encefalului sunt: trunchiul cerebral, cerebelul, diencefalul și emisferele cerebrale.

Trunchiul cerebral

Situat între măduva spinării și diencefal, trunchiul cerebral este alcătuit din: bulb rahidian sau măduvă prelungită; protuberanță sau puntea lui Varolio; mezencefal.

Trunchiul cerebral prezintă două fețe: una antero-laterală și una posterioară.

Fața antero-laterală - fig. 2.9.

- Pe această față bulbul rahidian prezintă:

– fisura mediană anterioară, care delimitează piramidele bulbare (continuarea cordoanelor anterioare medulare);

– șanțurile laterale, care separă piramidele bulbare de cordoanele laterale;

– olivele bulbare, situate în partea superioară a cordoanelor laterale;

– șanțurile preolivare, care separă piramidele de olive;

– originile aparente (locurile unde se observă la suprafața trunchiului) ale nervilor cranieni XII, XI, X, IX.

- Puntea, pe fața antero-laterală, are aspectul unei proeminențe transversale, ce se continuă în lateral cu pedunculii cerebeloși mijlocii. La limita dintre punte și pedunculi se observă originile aparente ale nervilor trigemeni (V), iar la limita dintre bulb și punte (șanțul bulbo-pontin), se observă originile aparente ale nervilor cranieni VIII, VII, VI.
- Mezencefalul conține doi pedunculi cerebrali (cordoane de substanță albă, piramidale), între care se află foseta interpedunculară (locul de origine aparentă a perechii a III-a de nervi cranieni).

Fața posterioară - fig. 2.10.

- Pe această față bulbul prezintă:

– șanțul median posterior, care separă fasciculele Goll.

La partea superioară, șanțul median se lărgește și formează un spațiu rombic, ce participă la formarea ventriculului IV.

– pedunculii cerebeloși inferiori, care leagă bulbul de cerebel.

- Puntea participă la formarea ventriculului IV.
- Mezencefalul prezintă coliculii cvadrigemeni, 2 superiori și 2 inferiori. Deasupra coliculilor superiori se observă epifiza, iar sub cei inferiori, se observă originea aparentă a perechii a IV-a de nervi cranieni.

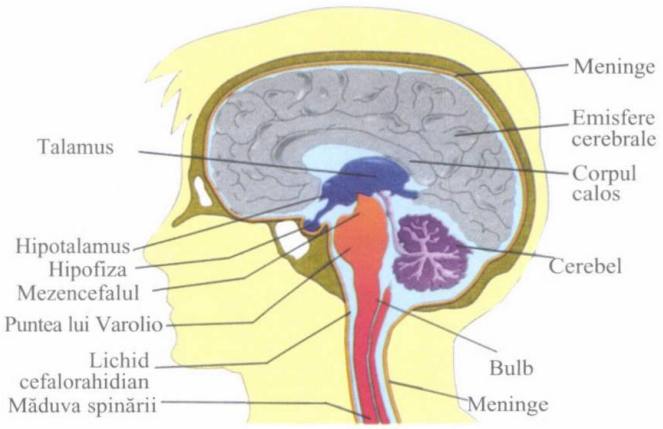


Fig. 2.8 *Encefalul - secțiune sagitală*

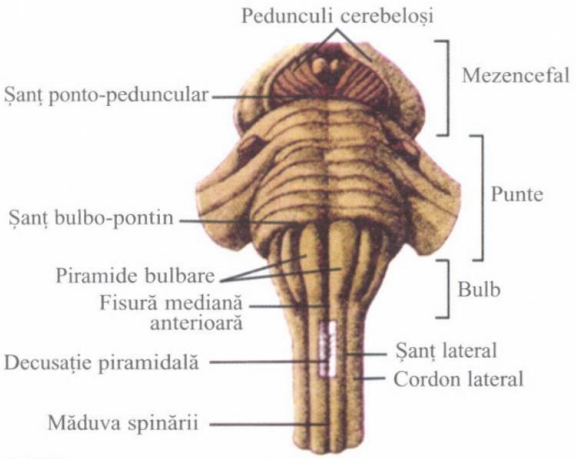


Fig. 2.9 *Fața antero-laterală a trunchiului cerebral*

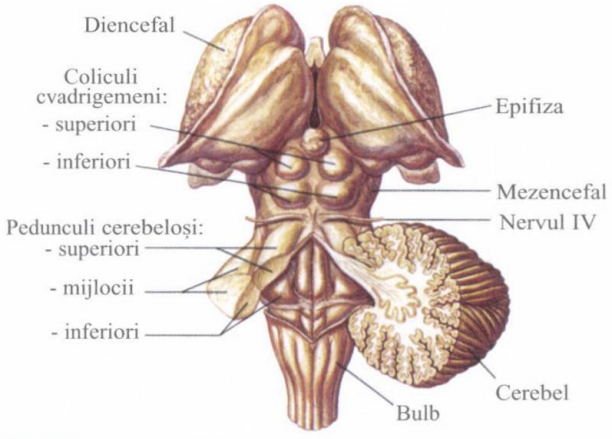


Fig. 2.10 *Fața posterioară a trunchiului cerebral*

Identifică formațiunile măduvei spinării care se continuă la nivelul trunchiului.

Cele trei formațiuni prezintă unitate de structură: substanța albă, situată la exterior, dar și la interior, unde fragmentează substanța cenușie și o împarte în nuclei.

Nucleii de substanță cenușie sunt: *echivalenți* cu cei ai măduvei, clasificați în *senzitivi* (omologi cu coarnele posterioare), *motori* (omologi cu coarnele anterioare), *vegetativi* (omologi cu coarnele laterale) și *nuclei proprii*.

Nucleii trunchiului cerebral

Formațiuni ale trunchiului	Nuclei proprii	Nuclei vegetativi	Nuclei senzitivi (terminali pentru fibrele senzitive)	Nuclei motori (de origine reală a fibrelor motoare)
Bulb rahidian	- nucleul Goll - nucleul Burdach - nucleii olivari - nucleii substanței reticulate (cardiovasculari și respiratori)	- dorsal al vagului (X) - salivator inferior (IX)	- vestibular (VIII) - solitar (VII, IX, X) - bulbar al trigemenului (V)	- nucleul hipoglosului (XII) - ambiguu (nucleii motori ai nervilor IX, X, XI)
Punte	- nucleii cardiovasculari și respiratori	- salivator superior (VII) - lacrimal (VII)	- cohlear (VIII) - principal al trigemenului (V)	- nucleii motori ai nervilor VII, VI, V
Mezencefal	- coliculii cvadrigemeni - nucleul roșu - substanța neagră	- accesor al oculomotorului (III)	- mezencefalic al trigemenului (V)	- nucleul trohlearului (IV) - nucleul oculomotorului (III)

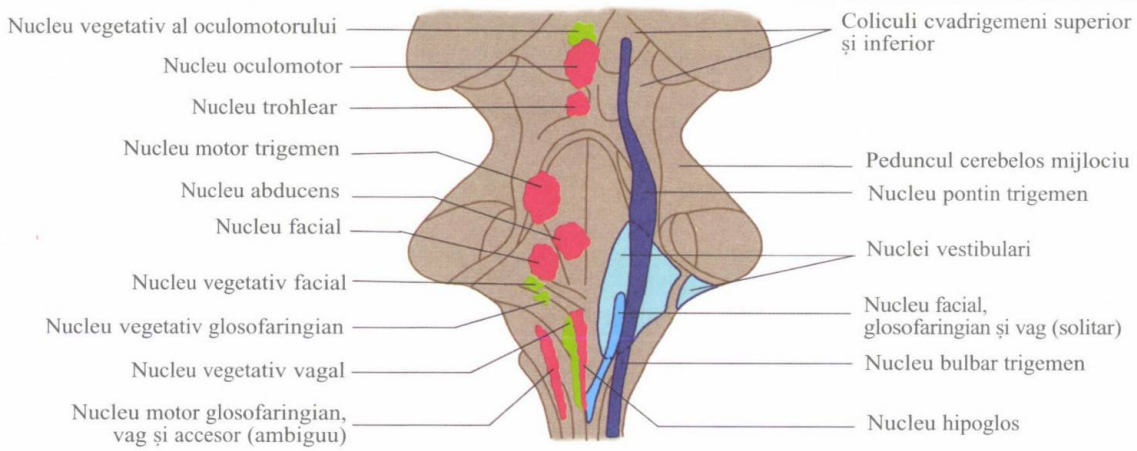


Fig. 2.11 *Nucleii nervilor cranieni din trunchiul cerebral*

Ca și măduva spinării, formațiunile trunchiului îndeplinesc două funcții: funcția de centru reflex și funcția de conducere.

● Funcția reflexă se realizează prin centrii de substanță cenușie, unde se închid reflexe de importanță vitală pentru organism. *Astfel de reflexe sunt:

- la nivelul *bulbului*: reflexele de deglutiție, tuse, strănut (reflexe somatice); secretorii și motorii digestive, respiratorii și adaptative cardiovasculare (reflexe vegetative);
- la nivelul *punții:* masticator, de clipire (somatice); reflexele salivar, lacrimal, cardiovascular (vegetative);
- la nivelul *mezencefalului:* reflexe statice și statochinetice, oculocefalogir, audiocefalogir (somatice); reflexele pupilar fotomoto sau mioza (micșorarea pupilei) și de acomodare la distanță (vegetative).

● Funcția de conducere este îndeplinită de substanța albă. Aceasta este reprezentată de fibre ascendente, descendente și de asociație.

Fibrele ascendente sunt specifice și nespecifice.

– Fibrele specifice provin de la măduvă sau au originea în trunchi - fibre proprii, care conduc impulsuri ale sensibilităților exteroceptivă, proprioceptivă și interoceptivă ale capului, plus sensibilitățile acusticovestibulară și gustativă.

– Fibrele nespecifice fac parte din substanța reticulată.

Fibrele descendente sunt în tranzit (piramidale și unele extrapiramidale) sau au originea în nucleii trunchiului (majoritatea fibrelor extrapiramidale).

Fibrele de asociație fac legătura între nucleii trunchiului și cei ai cerebelului.

Substanța reticulată

Se întinde de la bulb la talamus, fiind reprezentată de o rețea densă de fibre, în ochiurile căreia se află nuclei.

Funcția specifică substanței reticulate este de coordonare a mai multor reflexe somatice și vegetative.

Funcția nespecifică este de conducere, ascendentă și descendentă, a impulsurilor primite prin colaterale, care se desprind din căile specifice (ascendente și descendente).

- Sistemul reticulat ascendent este de două tipuri: activator și inhibitor. Cel *activator* (SRAA) are rol de „trezire" corticală, deoarece impulsurile sunt proiectate cortical difuz, nespecific. La rândul său, cortexul cerebral trimite impulsuri spre formația reticulată, autoîntreținându-și astfel tonusul (circuitul cortico-reticulo-cortical). Sistemul reticulat ascendent *inhibitor* (SRAI) are o acțiune opusă, reducând activitatea corticală.
- Sistemul reticulat descendent este și el *activator* (determină hipertonia musculară) și *inhibitor* (determină hipotonie musculară).

SINTEZĂ

- Trunchiul cerebral este alcătuit din: bulb rahidian, protuberanță și mezencefal.
- Cele trei formațiuni au unitate de structură: sunt alcătuite din substanță cenușie la interior și substanță albă la interior și exterior.
- Substanța albă fragmentează substanța cenușie și o împarte în nuclei.
- Fiecare formațiune a trunchiului prezintă următoarele tipuri de nuclei: proprii, vegetativi, senzitivi și motori ai nervilor cranieni.
- Trunchiul cerebral îndeplinește atât funcția de centru reflex, cât și funcția de conducere.
- Substanța reticulată se întinde de la bulb până la talamus, având rol de centru reflex și de conducere.

TEME

I. Completează corect spațiile punctate:

1. Componentele trunchiului cerebral sunt....., ... și..... .
2. Nucleii trunchiului echivalenți cu cei ai măduvei sunt....., omologi cu....., ..., omologi cu....., și .....omologi cu..... .

II. Răspunde la următoarele întrebări:

1. Care sunt elementele măduvei spinării care se prelungesc și la nivelul trunchiului?
2. Ce reprezintă sistemul reticulat?
3. Care sunt nucleii proprii fiecărei structuri a trunchiului cerebral?

III. Compară dispoziția substanței albe și a substanței cenușii la nivelul măduvei spinării și al formațiunilor trunchiului cerebral.

Cerebelul

Cunoscut și sub numele de creierul mic, **cerebelul** - fig. 2.12 - este situat la baza lobilor occipitali, posterior față de trunchiul cerebral. Este alcătuit din **două emisfere cerebeloase** legate printr-o formațiune numită **vermis**. Suprafața cerebelului este brăzdată de șanțuri cu adâncimi diferite, care delimitează *lobi*, *lobuli* și *folii*.

Din punct de vedere filogenetic, cerebelul prezintă:

- arhicerebelul, porțiunea cea mai veche, reprezentată de *lobul floculonodular*, în alcătuirea căruia intră și vermisul;
- paleocerebelul, reprezentat de lobul anterior;
- neocerebelul, porțiunea cea mai nouă, reprezentată de lobul posterior.

Cerebelul este legat de formațiunile trunchiului cerebral prin trei perechi de pedunculi cerebeloși:

– *pedunculi cerebeloși inferiori (PCI)*, prin care cerebelul se leagă de bulb;

– *pedunculi cerebeloși mijlocii (PCM)*, prin care cerebelul se leagă de protuberanță;

– *pedunculi cerebeloși superiori (PCS)*, prin care cerebelul se leagă de mezencefal.

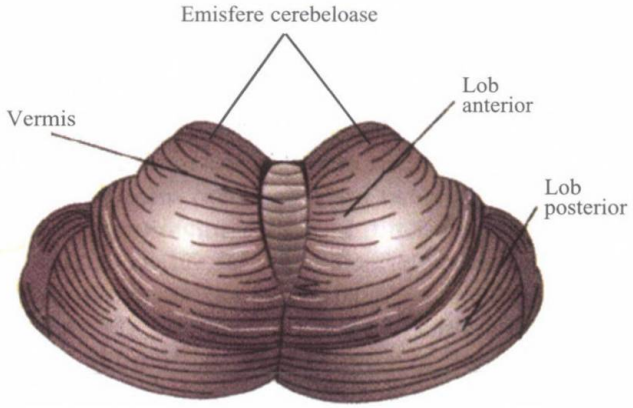


Fig. 2.12 *Cerebelul*

Compară structura cerebelului cu cea a celorlalte formațiuni ale encefalului.

Structural, cerebelul este alcătuit, ca și celelalte formațiuni ale encefalului, din substanță cenușie și substanță albă.

Substanța cenușie a cerebelului are dublă dispoziție:

- la periferie, unde formează *scoarța cerebeloasă,* alcătuită din trei straturi de celule: la exterior *stratul molecular,* la interior *stratul granular,* iar între ele - stratul *celulelor Purkinje,* care conectează scoarța cerebeloasă cu alte etaje ale nevraxului.
- la interior, unde este fragmentată de substanța albă, formează *nucleii cerebeloși*: fastigiali, globoși, emboliformi, dințați.

Substanța albă - fig. 2.1.3 - este formată din următoarele tipuri de fibre nervoase:

- fibre aferente, provenite de la măduvă, trunchi cerebral și scoarța cerebrală;
- fibre eferente, care au traseu spre măduvă, trunchiul cerebral și talamus;
- fibre intracerebeloase, care fie fac legătura între cortex și nucleii cerebeloși (fibre de asociație), fie leagă cele două emisfere între ele (fibre comisurale).

Funcțiile cerebelului

- *arhicerebelul* se află în legătură cu analizatorul vestibular și cu nucleii extrapiramidali, intervenind în reglarea echilibrului (extirparea lui provoacă pierderea echilibrului);
- *paleocerebelul* se află în legătură cu sensibilitatea proprioceptivă și are rol important în reglarea tonusului muscular, prin stimularea alternativă a fibrelor musculare striate (extirparea lui determină tulburări de mers, exagerarea reflexelor osteotendinoase);
- *neocerebelul* este în legătură cu scoarța cerebrală, receptorii vizuali și auditivi, intervenind în coordonarea mișcărilor fine (extirparea lui provoacă tulburări de mers, pierderea preciziei mișcărilor fine).

Extirparea totală a cerebelului este compatibilă cu viața, provocând în primele zile grave tulburări motorii, după care apar: *astazia* (individul nu poate sta pe picioare fără susținere largă), *atonia* (lipsa tonusului muscular), *astenia* (oboseală musculară rapidă), articularea cu dificultate a cuvintelor. Aceste tulburări dispar după câteva luni, prin intervenția unor mecanisme compensatorii (preluarea funcțiilor de către cortexul cerebral).

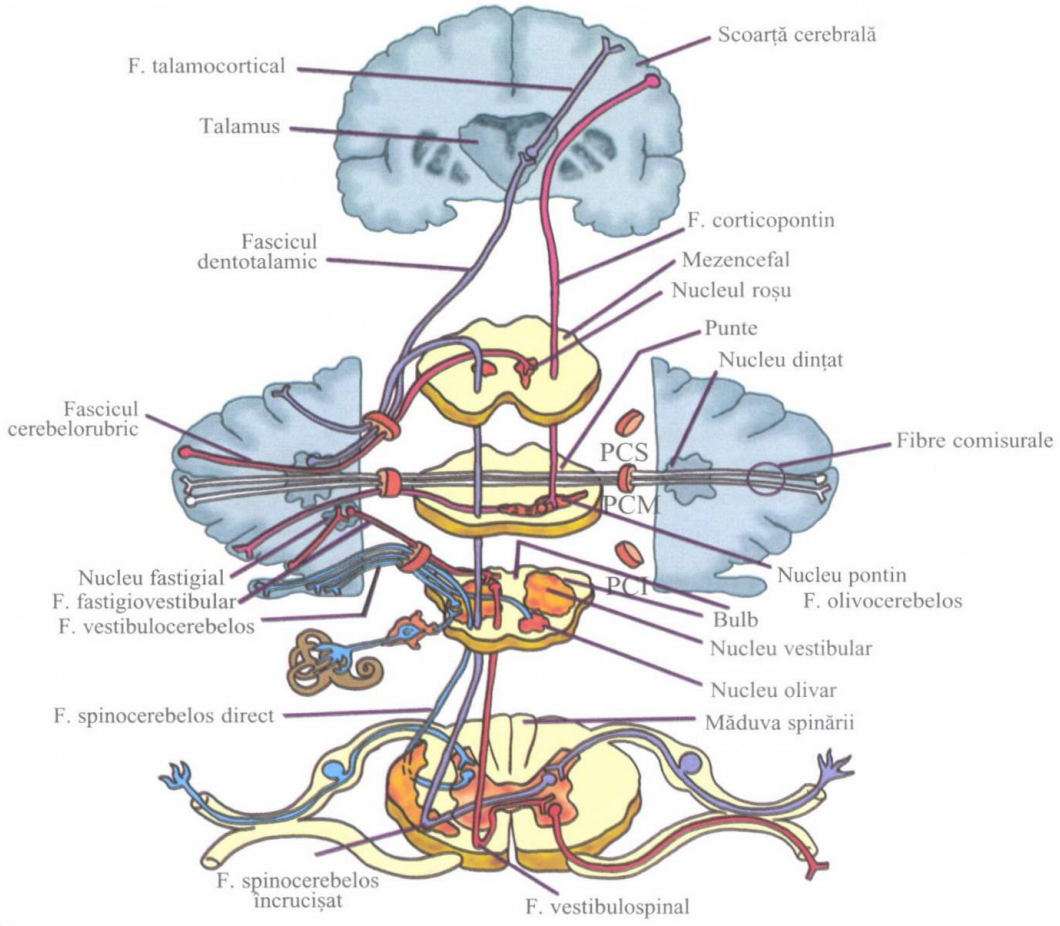


Fig. 2.13 **Legăturile nervoase ale cerebelului*

Descrie aferențele și eferențele cerebelului prin fiecare pereche de pedunculi cerebeloși.

Diencefalul

Structură nervoasă, cunoscută și sub numele de **creier intermediar,** diencefalul este situat sub emisferele cerebrale.

Diencefalul include ventriculul III, care la bază comunică cu ventriculul IV, iar lateral, cu ventriculele I și II.

Este alcătuit din mai multe structuri nervoase.

- **Talamusul** este format din două mase nervoase ce se învecinează lateral cu corpii striați. Substanța cenușie este dispusă sub formă de nuclei ce conțin neuroni de trei tipuri:

– *de releu,* pentru căile sensibilităților specifice, neuronii talamici reprezentând al treilea neuron al căilor ascendente, cu excepția sensibilității olfactive care nu are releu talamic și a fibrelor sensibilității viscerale, care ajung în talamus după ce fac stație în hipotalamus. Neuronii de releu realizează sinteza și integrarea impulsurilor primite, înainte de a le proiecta cortical;

– *de asociație*, care conectează nucleii de releu;

– *nespecifici,* care realizează conexiuni subcorticale și corticale. Ei primesc impulsuri de la substanța reticulată a trunchiului cerebral.

- **Metatalamusul** este structura nervoasă situată la partea inferioară a talamusului, fiind alcătuit din două perechi de corpi geniculați:

– *laterali,* care sunt stație de releu pentru calea vizuală;

– *mediali*, care sunt stație de releu pentru calea acustică.

- **Epitalamusul,** situat pe partea supero-posterioară a talamusului, este alcătuit din glanda epifiză și doi nuclei (habenulari), la nivelul cărora se închid reflexele olfactivo-somatice (orientarea capului și a corpului în funcție de miros), reflexe motorii și secretorii digestive.

- **Subtalamusul** este situat în continuarea trunchiului cerebral, sub talamus. Nucleii săi sunt în legătură cu căile extrapiramidale care au origine corticală, având rol motor.

- **Hipotalamusul**, cea mai importantă structură a diencefalului (la baza căruia se află) - fig. 2.14 - este alcătuit din trei grupe de nuclei:

– *anteriori,* alcătuiți din neuroni ce secretă hormoni depozitați în hipofiza posterioară, având și rol de integrare parasimpatică;

– *mijlocii,* care secretă neurohormoni ce controlează activitatea lobului anterior al hipofizei. Intervin și în integrarea parasimpatică;

– *posteriori,* care intervin în integrarea simpatică.

Funcțiile hipotalamusului

– centru superior de integrare a stimulilor viscerali;

– prin legăturile pe care le are cu glanda hipofiză, hipotalamusul intervine în reglarea activității altor glande endocrine;

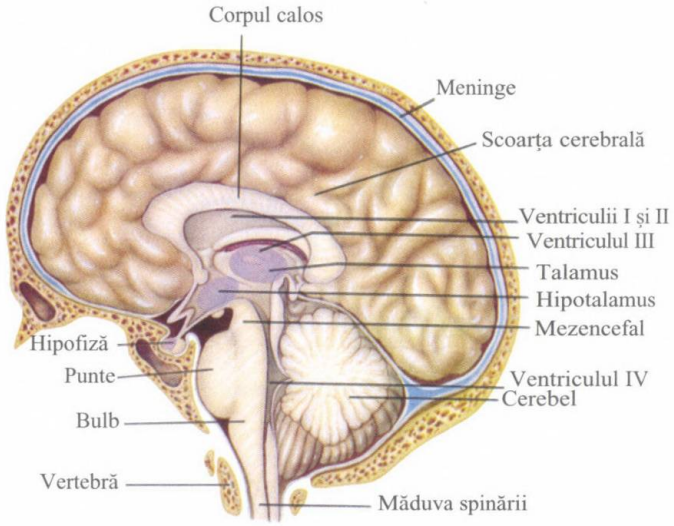


Fig. 2.14 *Secțiune sagitală prin encefal*

Identifică și localizează structurile componente (cele mai importante) ale diencefalului.
Poziționează diencefalul în raport cu celelalte componente ale sistemului nervos central.

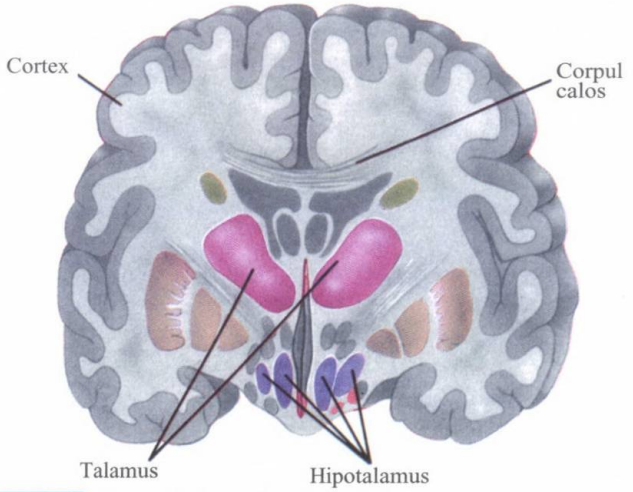


Fig. 2.15 *Diencefalul - secțiune frontală*

Compară talamusul cu hipotalamusul ca localizare, structură și funcții.

– menține homeostazia mediului intern;

– intervine în procesele complexe de adaptare a organismului la anumite condiții de mediu;

– este centru important pentru unele reflexe comportamentale și emoționale;

– intervine în termoreglare;

– intervine în aportul hidric și alimentar, în diureză, în coordonarea funcțiilor sexuale, în metabolismul energetic, protidic, glucidic, lipidic etc.

Hipotalamusul este controlat de scoarța cerebrală.

SINTEZĂ

- Cerebelul sau creierul mic, situat în spatele trunchiului cerebral, se leagă de formațiunile acestuia prin trei perechi de pedunculi cerebeloși;
- La nivelul cerebelului substanța cenușie are dublă dispoziție: periferic, formează scoarța cerebeloasă, iar la interior, nuclei cerebeloși;
- Substanța albă este dispusă doar la interior;
- Cerebelul intervine în menținerea echilibrului și a tonusului muscular;
- Diencefalul este alcătuit din următoarele formațiuni nervoase: talamus, epitalamus, metatalamus, hipotalamus;
- Cea mai importantă structură diencefalică este hipotalamusul.

TEME

I. Completează corect spațiile punctate:

Lobii cerebelului sunt....., cu rol în....., ..., cu rol în ..... și ....., cu rol în ..... .

II. Adevărat sau fals?

1. Vermisul face parte din structura neocerebelului.
2. Epifiza este componentă a metatalamusului.
3. Corpii geniculați laterali sunt stație pe calea auditivă.
4. Talamusul are trei tipuri de neuroni.

III. Răspunde la următoarele întrebări:

1. Care este cea mai importantă structură diencefalică și de ce?
2. Care sunt consecințele extirpării cerebelului?

IV. Compară aferențele și eferențele prin fiecare pereche de pedunculi cerebeloși.

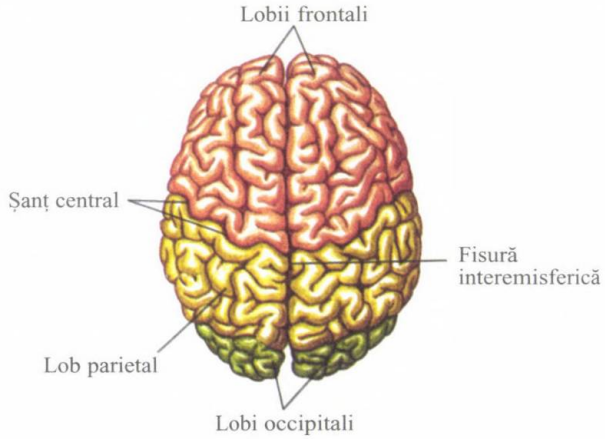


Fig. 2.16 *Emisferele cerebrale*

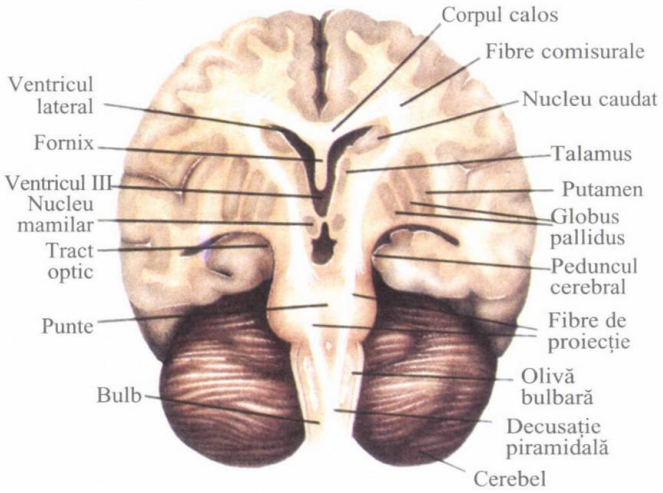


Fig. 2.17 *Secțiune frontală prin SNC*

Emisferele cerebrale

Sunt structuri nervoase, cunoscute și sub numele de creierul mare. Reprezintă partea cea mai voluminoasă a encefalului. Cele două emisfere (dreaptă și stângă) sunt separate de fisura interemisferică și sunt legate la partea bazală prin formațiuni de substanță albă:

– **corpul calos;**
– **trigonul cerebral;**
– **comisurile albe, anterioară** și **posterioară**.

Emisferele cerebrale includ câte un ventricul lateral (I și II).

Suprafața emisferelor este brăzdată de numeroase șanțuri, unele mai profunde, ce delimitează *lobii* - fig. 2.16 (frontal, parietal, temporal și occipital), iar altele, superficiale, care delimitează *girusurile* sau *circumvoluțiile cerebrale.*

Structura emisferelor cerebrale este reprezentată de *substanța albă* și *substanța cenușie*.

Substanța albă - fig. 2.17 - este alcătuită din trei tipuri de fibre:

– de proiecție, ascendente (senzitive) și descendente (motorii), prin care cortexul este conectat cu celelalte structuri ale SNC;

– comisurale, care fac legătura între cele două emisfere, conectându-le la baza lor: comisura albă anterioară, corpul calos și trigonul cerebral (fornixul);

– de asociație, care fac legătura între zone ale aceleiași emisfere.

Substanța cenușie formează la interior ganglionii bazali (corpii striați), iar la exterior, scoarța cerebrală.

Ganglionii bazali

Sunt mase de substanță cenușie, așezate la baza emisferelor cerebrale, lateral și deasupra talamusului, fiind reprezentați de nucleii caudat și lentiform - fig. 2.18.

Nucleii bazali sunt așezați pe traseul căilor extrapiramidale, fiind conectați între ei, dar și cu nucleii mezencefalici, diencefalici și cu cortexul cerebral.

Nucleii bazali intervin în reglarea motilității automate, a comenzilor voluntare corticale, a tonusului muscular, pe care-l inhibă.

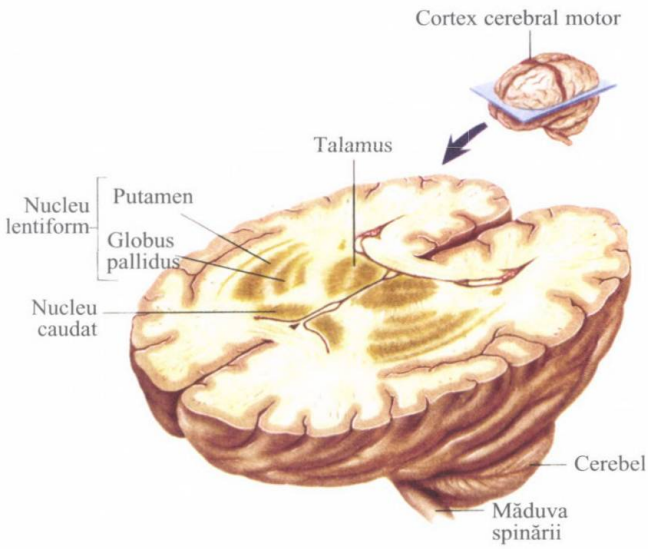


Fig. 2.18 *Nucleii bazali*

Stabilește tipul de secțiune prin emisfere și poziționează ganglionii bazali.

Scoarța cerebrală

Din punct de vedere filogenetic și structural, aceasta prezintă două zone: *neocortexul* și *alocortexul*.

Neocortexul, regiunea recent apărută filogenetic, are cea mai mare dezvoltare la om, fiind formată din șase straturi de neuroni. Neocortexul poate fi: receptor, motor și de asociație.

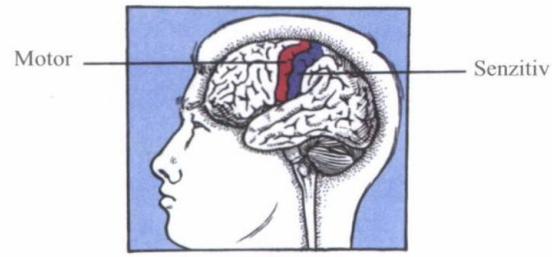
- *Neocortexul receptor* reprezintă zona de proiecție corticală a sensibilităților specifice.

Cuprinde arii senzitive și arii senzoriale.

– *Ariile senzitive* (somestezice) sunt reprezentate de *aria somestezică I* din lobul parietal, unde se proiectează sensibilitatea exteroceptivă cutanată (cu excepția celei protopatice) și proprioceptivă conștientă și de *aria somestezică II* din lobul temporal, unde se proiectează sensibilitatea protopatică.

În aria somestezică I există o reprezentare a corpului (homunculus senzitiv) în care segmentele sale sunt deformate, deoarece regiunile corpului sunt reprezentate direct proporțional cu gradul lor de sensibilitate - fig. 2.19.

– *Ariile senzoriale* reprezintă locul în care sunt proiectate sensibilitățile speciale, cum sunt: cea vizuală (lob occipital), auditivă, vestibulară (lob temporal), gustativă (lob parietal).



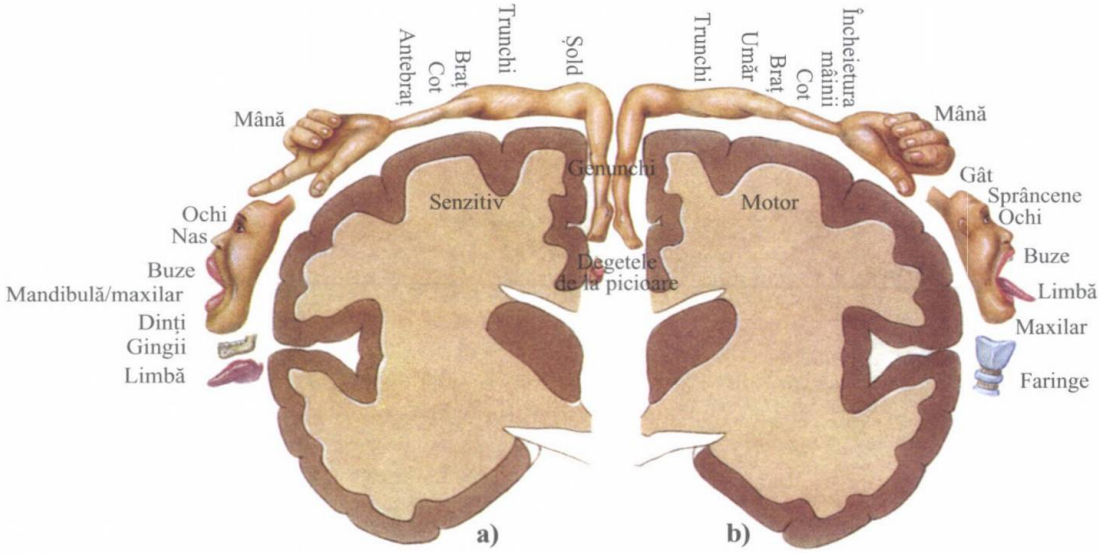


Fig. 2.19 *Homunculus senzitiv (a) și motor (b)*

● *Neocortexul motor* cuprinde arii în care își au originea fibrele piramidale și o parte a celor extrapiramidale. Aria motorie principală se află în lobul frontal și reprezintă locul în care își au originea majoritatea fibrelor piramidale.

Reprezentarea segmentelor corpului în această arie se numește homunculus motor și, ca și cea senzitivă, este deformată. La acest nivel, segmentele au o reprezentare mai mare, în funcție de gradul de complexitate a mișcărilor (cu cât musculatura efectuează mișcări mai fine, cu atât segmentul este mai bine reprezentat).

● *Neocortexul de asociație* este zona nou apărută, extinsă în toate regiunile corticale, la nivelul căreia excitația nu produce manifestări senzitive sau motorii. Rolul său este de a asocia diversele arii corticale (senzitivo-senzoriale și motorii), îndeplinind și funcții psihice.

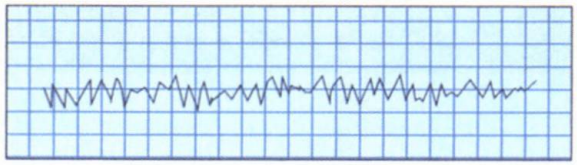
Creierul uman are trei zone de asociație:

– prefrontală, cu rol în înțelegerea cuvintelor, în memoria vizuală, în activitatea sexuală și în reactivitatea emoțională;

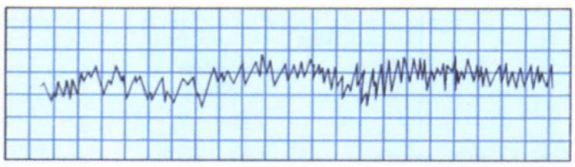
– temporală, implicată în controlul activității vegetative și în determinarea personalității;

– parietooccipitală, cu rol în prelucrarea informațiilor primite de la aria somestezică I și a informațiilor vizuale, influențând declanșarea unei activități motorii corespunzătoare.

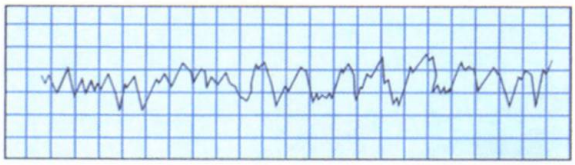
Alocortexul, sau zona veche a scoarței cerebrale, este alcătuit din *arhicortex* (include hipocampul și nucleii amigdalieni) și *paleocortex* (include bulbii olfactivi). Alocortexul, împreună cu formațiuni învecinate din neocortex, formează *sistemul limbic*. Acesta este localizat pe fața medială a emisferelor, fiind dispus sub forma unui arc de cerc în jurul diencefalului și are rol în: reglarea aportului alimentar, menținerea atenției, coordonarea funcțiilor emoționale și a comportamentului instinctual, funcționând totodată ca zonă de proiecție primară și de integrare a aferențelor olfactive. Aceste funcții se realizează în colaborare cu hipotalamusul, cu care realizează o unitate funcțională.



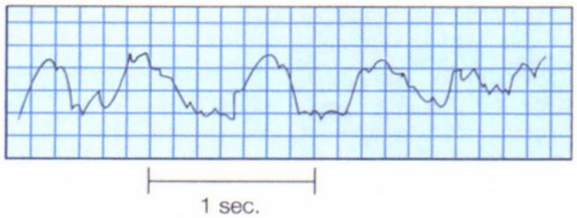
a) unde beta (β) specifice stării de veghe



b) unde alfa (α) specifice stării de relaxare



c) unde teta (θ) specifice stării de meditație profundă, a somnului superficial și cu vise



c) unde delta (δ) specifice stării de somn profund

Fig. 2.20 *Electroencefalograma. Tipuri de unde cerebrale*

Fiziologia emisferelor cerebrale

Bazele fiziologice ale activității nervoase superioare

Funcționarea cortexului a fost studiată experimental prin metode ca *electroencefalografia* și *reflexele condiționate*.

Electroencefalografia reprezintă înregistrarea potențialelor bioelectrice, spontane sau provocate experimental, emise de scoarță sub forma unor unde de frecvențe diferite. Înregistrarea acestor unde se numește electroencefalogramă (EEG) - fig. 2.20 - și este utilă în diagnosticarea unor afecțiuni (epilepsie, tumori, anomalii psihice).

***Reflexele condiționate** au fost studiate de Pavlov, el denumind activitatea scoarței cerebrale ca activitate nervoasă superioară. Reflexele sunt de două tipuri:

- *necondiționate*, care sunt înnăscute, permanente; se închid la nivel subcortical și sunt prezente la toți indivizii speciei (de exemplu: clipirea, tusea, strănutul).

O înlănțuire a acestor tipuri de reflexe se numește instinct (alimentar, de apărare, de reproducere etc.).

- *condiționate,* care sunt dobândite în cursul vieții, fiind temporare; se închid la nivel cortical și sunt individuale.

La baza activității corticale stau reflexele condiționate care permit organismului uman să se adapteze continuu la condițiile mereu schimbătoare ale mediului extern și intern.

Reflexele condiționate (**RC**) au fost cercetate de I.P. Pavlov (care a făcut studii asupra reglării secreției salivare), demonstrând că aceste reflexe se elaborează în cursul vieții și reprezintă un important proces de învățare.

Reflexele condiționate reprezintă răspunsul la acțiunea unui excitant indiferent inițial (**EI**), de exemplu sunetul unui clopoțel, care după ce a fost asociat cu un excitant necondiționat (**EN**), de exemplu hrana, produce un reflex înnăscut (salivația), numit reflex necondiționat (**RN**). **EI** a devenit astfel excitant condiționat (**EC**).

Mecanismul elaborării reflexului condiționat constă în stabilirea unor conexiuni funcționale temporare între focarele de excitație corticale, determinate de cei doi stimuli care coincid, excitația iradiind spre focarul mai puternic (cel determinat de excitantul necondiționat). Deoarece legăturile dintre focarele de excitație sunt temporare, reflexul condiționat se menține atâta timp cât stimulul semnalează scoarței o anumită modificare la care organismul trebuie să se adapteze. Astfel, când stimulul își pierde semnificația de semnal, el încetează a mai fi un excitant condiționat și nu mai declanșează reacția condiționată, fenomen denumit **inhibiție corticală**. Excitația și inhibiția reprezintă cele **două procese corticale fundamentale.**

În afara funcției reflexe, scoarța cerebrală mai îndeplinește două funcții: funcția de analiză și sinteză și funcția de semnalizare.

- **Funcția de analiză și sinteză.** Reflectarea realității are loc pe baza celor două sisteme de semnalizare.

Analiza corticală permite desprinderea însușirilor obiectelor și fenomenelor (dimensiuni, culori, forme etc.), iar printr-o inhibiție de diferențiere se face o analiză fină, ce permite distingerea însușirilor semnificative de cele comune.

Sinteza reprezintă asocierea tuturor elementelor obținute prin analiză și reconstituirea obiectelor sau fenomenelor care au fost analizate.

Cele două procese se condiționează reciproc, permițând organismului să se orienteze în mediu și să reacționeze adecvat la diferiți stimuli.

- **Funcția de semnalizare.** Diversii excitanți se reflectă la nivel cortical sub formă de senzații: miros, gust, culoare etc. și determină reacții corespunzătoare.

Acestea reprezintă *primul sistem de semnalizare*, comun tuturor animalelor. La om a apărut un element nou, limbajul, care reprezintă *al II-lea sistem de semnalizare*. El permite stabilirea legăturilor cu mediul sub formă abstractă, prin denumire verbală sau scrisă a obiectelor și fenomenelor. Acest sistem de semnalizare se dezvoltă pe baza primului sistem, iar din interacțiunea lor rezultă viața psihică umană.

Somnul și veghea

- **Somnul** reprezintă starea fiziologică periodică, reversibilă, care se caracterizează prin inactivitate somatică și prin abolirea temporară a conștiinței, dar care poate fi restabilită prin stimuli adecvați.

Declanșarea somnului este provocată de un mecanism endogen, peste care se suprapun influențe exogene (exemplu: alternanța zi-noapte).

Există două tipuri de somn:

– cu unde lente, numit impropriu somn fără vise, deoarece nu ni le amintim. Este un somn odihnitor.

– paradoxal, care apare la fiecare 90 de minute, fiind asociat cu visele. Nu este un somn odihnitor, pe EEG înregistrându-se unde asemănătoare cu cele din starea de veghe.

În timpul somnului mai au loc și alte modificări funcționale, cum sunt: reducerea tonusului muscular, diminuarea activității renale și a peristaltismului intestinal, diminuarea frecvenței respiratorii și a ventilației pulmonare etc.

Somnul este necesar pentru menținerea funcționalității sistemului nervos.

- **Veghea** reprezintă starea funcțională, care începe odată cu stabilirea contactului conștient cu mediul înconjurător sau cu gândurile proprii și se termină când acest contact încetează.

SINTEZĂ

- La nivelul emisferelor cerebrale, substanța cenușie este dispusă la periferie, formând scoarța cerebrală, și la interior, formând ganglionii bazali.
- Substanța albă este dispusă doar la interior, conținând fibre de proiecție, de asociație și comisurale.
- Scoarța cerebrală are două zone filogenetice: zona veche (alocortex) și zona nouă (neocortex).
- Neocortexul poate fi: receptor, motor și de asociație.
- La baza activității corticale stau reflexele condiționate, care permit organismului să se adapteze condițiilor schimbătoare ale mediului.
- Funcțiile emisferelor cerebrale sunt: reflexă, de analiză și sinteză, de semnalizare.

TEME

I. Completează corect spațiile libere:

- Substanța cenușie a emisferelor este dispusă la....., unde formează..... și la....., unde formează....., iar substanța albă este dispusă doar la....., și conține fibre....., ... și ..... .

II. Răspunde la următoarele întrebări:

1. Care sunt rolurile ganglionilor bazali?
2. Ce este sistemul limbic?
3. Care sunt funcțiile emisferelor cerebrale?

III. Compară reflexele condiționate cu cele necondiționate.

Activitate în perechi • Formulați o ipoteză

În urma unui traumatism cranian, o persoană poate orbi. Cum explicați acest lucru? Ce alte sensibilități s-ar mai putea pierde?

Nervii spinali

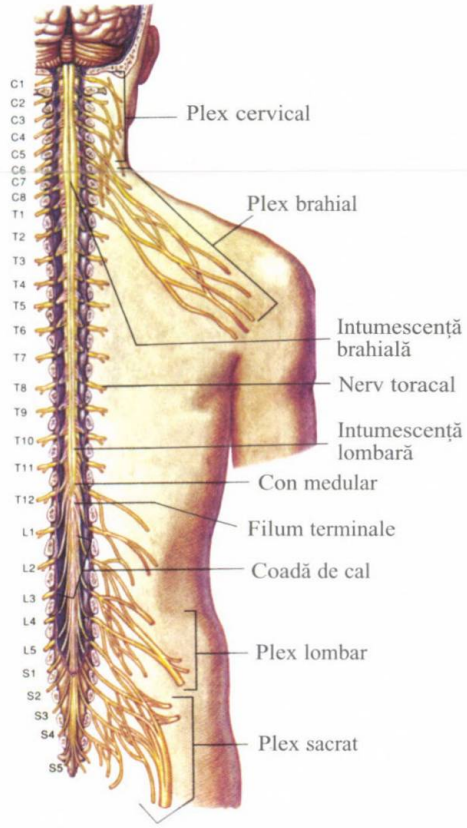


Fig. 2.21 *Perechile de nervi spinali*

Stabilește numărul de nervi din fiecare segment al măduvei spinării.

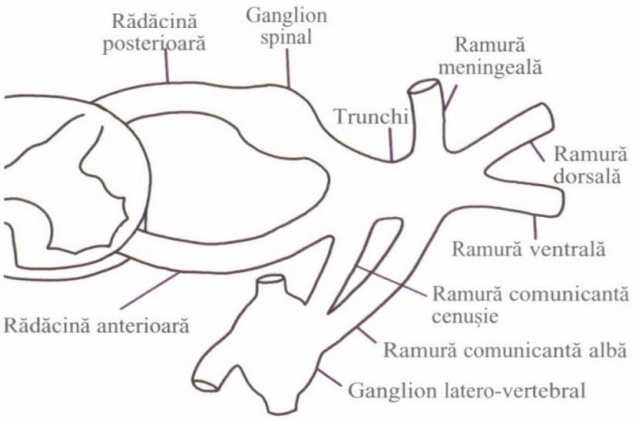


Fig. 2.22 *Structura nervului spinal*

Nervii spinali reprezintă căile de conducere a influxului nervos de la periferie spre măduvă și invers. La om există 31 de perechi de nervi spinali, cu dispoziție metamerică, de o parte și de alta a măduvei spinării - fig. 2.21.

Fiecare nerv spinal este alcătuit din *două rădăcini*, *un trunchi* și *cinci ramuri* - fig. 2.22.

Rădăcina posterioară este senzitivă. Pe traiectul fiecărei rădăcini posterioare se găsește câte un ganglion spinal (originea reală a acestei rădăcini). Dendritele neuronilor viscerosenzitivi și somatosenzitivi din ganglionul spinal culeg informații de la receptori sau funcționează ele ca receptori. Axonii pătrund în măduvă prin șanțurile laterale posterioare (originea aparentă), participând la închiderea unor reflexe medulare sau intrând în alcătuirea unor căi ascendente.

Rădăcina anterioară este motorie, deoarece este formată din axonii neuronilor visceromotori din coarnele laterale (originea reală) și somatomotori din coarnele anterioare (originea reală). Fibrele motorii părăsesc măduva prin șanțurile laterale anterioare (originea aparentă a acestei rădăcini) și se distribuie la efectori prin una dintre ramuri.

Trunchiul nervului spinal este mixt; el conține atât fibre senzitive, cât și fibre motorii, formându-se prin alăturarea celor două rădăcini.

Ramurile iau naștere prin ramificarea trunchiului la ieșirea din canalul vertebral. Ramurile sunt: dorsală, ventrală, meningeală, comunicante albă și cenușie.

- *Ramura dorsală este mixtă și își distribuie fibrele la nivelul tegumentului și musculaturii trunchiului din regiunea dorsală, de o parte și de alta a liniei mediane a corpului.
- *Ramura ventrală este mixtă și se distribuie la musculatura și tegumentul regiunilor anterioare ale gâtului, trunchiului și membrelor superioare și inferioare. Ramurile ventrale *toracale* au distribuție metamerică (nu se încrucișează), inervând un singur teritoriu anatomic și formând *nervii intercostali*. Celelalte ramuri ventrale se împletesc și formează plexuri nervoase: *cervical, brahial, lombar, sacral, coccigian*.
- *Ramura meningeală este mixtă și conține fibre senzitive și vasomotorii pentru meninge.
- *Ramura comunicantă albă este mixtă, conține doar fibre vegetative.
- *Ramura comunicantă cenușie este motorie și conține doar fibre visceromotorii, amielinice.

Nervii cranieni

Nervii cranieni sunt în număr de 12 perechi, numerotate cu cifre romane. Ei nu au dispoziție metamerică și asigură inervația extremității cefalice și a regiunii cervicale, cu excepția nervului vag, care ajunge până în abdomen.

Nervii cranieni aparțin trunchiului cerebral (cu excepția primelor două perechi). La nivelul trunchiului, ei își au *originea reală* (fibrele motorii), *originea aparentă* și *nucleii terminali* (fibrele senzitive și cele senzoriale).

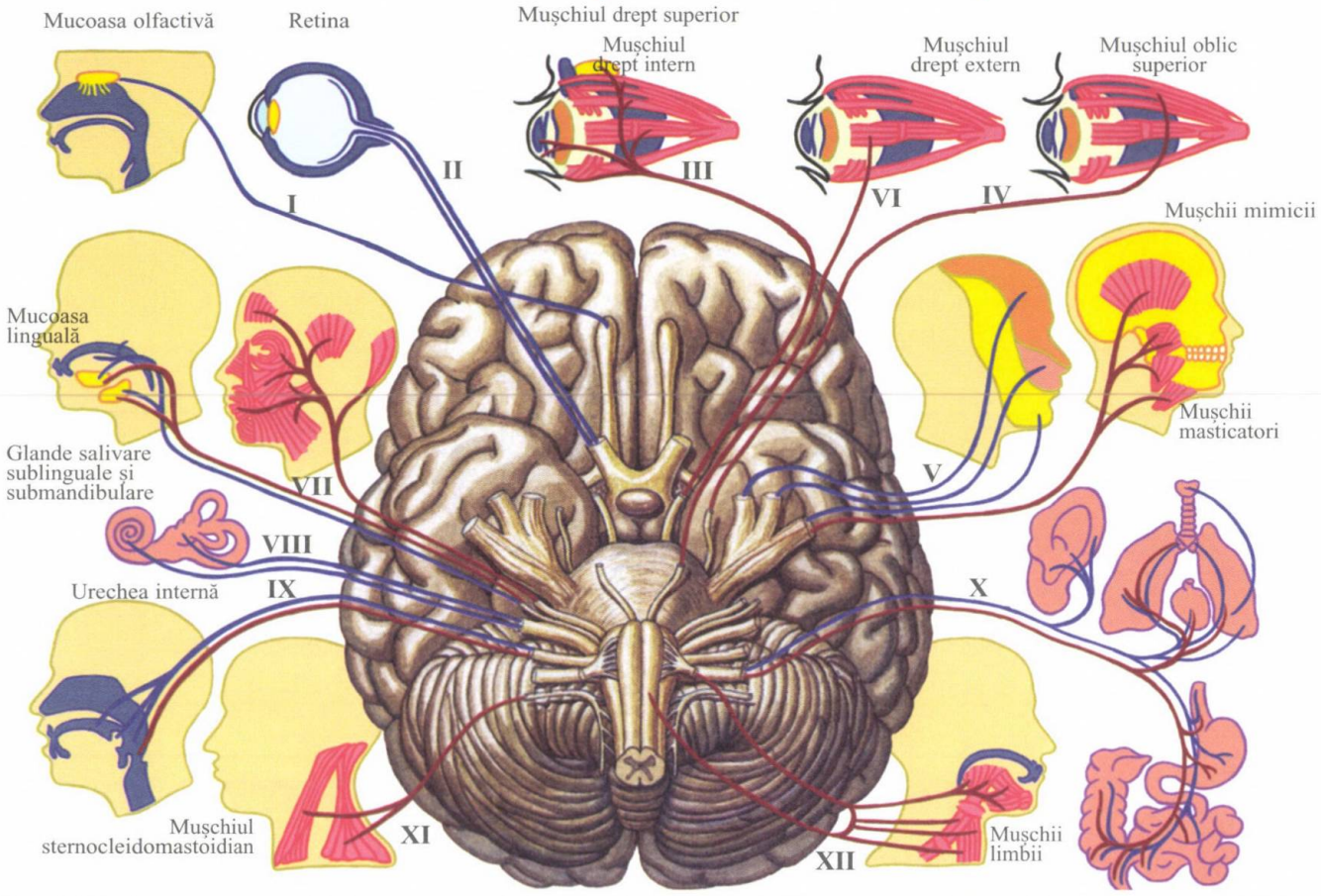
Spre deosebire de nervii spinali, care sunt micști în totalitate, nervii cranieni se clasifică în:

– senzoriali – perechile I, II, VIII;
– motori – perechile III, IV, VI, XI, XII;
– micști – perechile V, VII, IX, X.

Nervii cranieni

Denumire	*Fibre componente	*Funcție
olfactivi (I)	senzoriale olfactive	- sensibilitatea olfactivă
optici (II)	senzoriale vizuale	- sensibilitatea vizuală
oculomotori (III)	somatomotorii visceromotorii	- mișcări ale globului ocular - acomodarea vederii și reflexul pupilar fotomotor (pupilo-constrictor)
trohleari (IV)	somatomotorii	- mișcări ale globului ocular
trigemeni (V) (micști)	somatosenzitive somatomotorii	- sensibilitatea exteroceptivă a capului și proprioceptivă a mușchilor masticatori - mișcări ale mușchilor masticatori
abducens (VI)	somatomotorii	- mișcări ale globului ocular
faciali (VII) (micști)	senzoriale visceromotorii somatomotorii	- sensibilitatea gustativă (partea anterioară a limbii) - salivație și lăcrimare - contracția musculaturii mimicii
acustico-vestibulari (VIII)	senzoriale	- simțul auzului și echilibrului
glosofaringieni (IX) (micști)	somatosenzitive viscerosenzitive senzoriale somatomotorii visceromotorii	- sensibilitatea faringelui - cale aferentă pentru reflexul depresor cardiovascular - simțul gustului (partea posterioară a limbii) - mușchii faringelui - salivație
vagi (X) (micști)	senzoriale somatosenzitive viscerosenzitive visceromotorii somatomotorii	- gust - sensibilitatea generală a mucoasei laringiene - cale aferentă pentru reflexul depresor cardiovascular - reglarea activității organelor interne - deglutiție
accesori (XI)	somatomotorii	- musculatura laringelui, a mușchiului trapez și a mușchiului sternocleidomastoidian
hipogloși (XII)	somatomotorii	- mișcările limbii

*Nervii cranieni şi teritoriile de inervaţie



Descrie fibrele componente ale fiecărei perechi de nervi cranieni și precizează distribuția lor.

SINTEZĂ

- Sistemul nervos periferic este alcătuit din nervi și din ganglioni nervoși;
- Omul are 31 de perechi de nervi spinali;
- Fiecare nerv spinal are două rădăcini (anterioară și posterioară), un trunchi mixt și ramuri;
- Nervii cranieni sunt în număr de 12 perechi: unii sunt senzoriali, alții motori, alții micști.

TEME

I. Completează corect spațiile libere:

Rădăcina..... are pe traseul său un ganglion spinal și este formată din neuroni..... și neuroni..... , iar rădăcina..... este formată din neuroni..... și neuroni..... .

II. Răspunde la următoarele întrebări:

1. Cum se numesc grupările de corpi neuronali în SNC? Dar în afara SNC?
2. Unde se află originea aparentă a majorității nervilor cranieni?

III. Adevărat sau fals?

1. Toate ramurile nervului spinal sunt mixte.
2. Perechea a X-a de nervi cranieni inervează majoritatea organelor abdominale.
3. Perechea a VI-a de nervi cranieni are originea aparentă în șanțul bulbo-pontin.

IV. Asociază următorii termeni:

1. nerv motor	a) vag
2. nerv mixt	b) trigemen
3. nerv senzitiv	c) acusticovestibular
	d) hipoglos

1. rădăcina posterioară a nervului spinal	a) motorie
2. trunchiul	b) mixtă
3. ramura dorsală	c) senzitivă
4. ramura comunicantă cenușie	

Activitate în perechi • Formulați o ipoteză

Unele leziuni ale măduvei se soldează cu paralizii, altele, cu pierderea sensibilității.

Cum se explică acest fapt?

SISTEMUL NERVOS VEGETATIV

Sistemul nervos vegetativ (SNV) sau neurovegetativ coordonează și reglează activitatea organelor interne a căror funcționare nu este conștientizată.

Sistemul nervos vegetativ are două componente: **SNV simpatic** și **SNV parasimpatic**, de obicei, cu acțiune antagonică (vezi tabelul de mai jos).

Efectele stimulării simpatice și parasimpatice

Organele inervate	Stimulare simpatică	Stimulare parasimpatică
pupilă	pupilodilatație	pupiloconstricție
cord	creșterea frecvenței cardiace (tahicardie)	scăderea frecvenței cardiace (bradicardie)
vasele inimii (coronare)	vasodilatație	vasoconstricție
pancreas	inhibarea secreției	stimularea secreției
musculatura bronhiilor	relaxare (bronhodilatație)	contracție (bronhoconstricție)
musculatura intestinală	relaxare	contracție
rinichi	scăderea diurezei	nu are efect
glande salivare	secreție de salivă vâscoasă	secreție de salivă apoasă
glande sudoripare	stimularea secreției	inhibarea secreției
secreția de adrenalină	stimulată	inhibată

*Actul reflex vegetativ

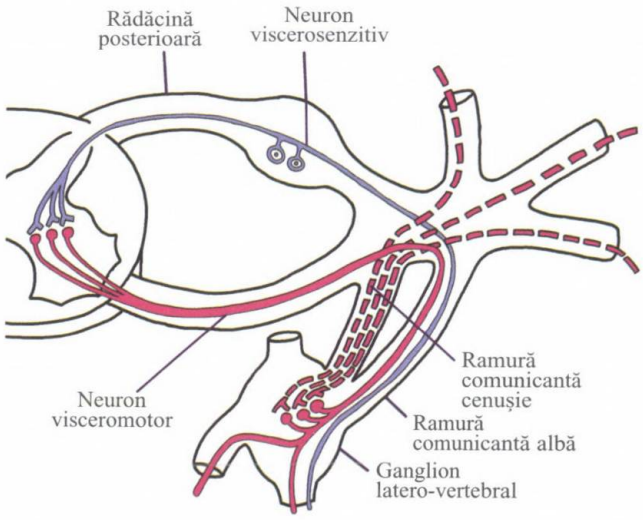


Fig. 2.24 *Arc reflex vegetativ realizat prin nervul spinal*

Compară ramura comunicantă albă cu ramura comunicantă cenușie.

La baza activității SNV stă tot actul reflex, cu arcul reflex ca substrat anatomic - fig. 2.24.

- Receptorii sunt reprezentați de viscероceptori.
- Calea aferentă *simpatică* este reprezentată de fibre viscerosenzitive, cu originea în ganglionii spinali C8-L3, iar cea *parasimpatică* este reprezentată de fibre viscerosenzitive, cu originea în ganglionii spinali S2-S4 și în ganglionii aflați pe traseul nervilor cranieni VII, IX și X.
- Centrii sunt situați la diferite niveluri ale SNC:

– centrii *simpatici* se găsesc în jumătatea anterioară a coarnelor laterale medulare C8-L3 și în comisura cenușie;

– centrii *parasimpatici* sunt situați la nivel medular (în comisura cenușie a măduvei sacrate S2-S4) și la nivel cranian (nucleii vegetativi din vecinătatea nucleilor de origine a nervilor cranieni III, VII, IX și X).

Ambele tipuri de centri sunt coordonate de hipotalamus, aflat în strânsă legătură cu paleocortexul și cu aria de asociație prefrontală.

- Calea eferentă este reprezentată de doi neuroni: primul neuron, care este situat într-un centru nervos și care se numește *preganglionar*, face sinapsă cu al doilea neuron, care este situat într-un ganglion vegetativ și care se numește *postganglionar*.

Eferența simpatică: neuronul preganglionar este scurt, mielinic, situat în măduva toraco-lombară, pe care o părăsește prin rădăcina anterioară a nervului spinal. El se desparte de trunchi prin ramura comunicantă albă și

face sinapsă colinergică (mediată de acetilcolină) cu neuronul postganglionar într-un ganglion paravertebral (laterovertebral). Există două lanțuri ganglionare paravertebrale, fiecare alcătuit din 22 de ganglioni interconectați între ei, dar și cu nervii spinali, cu care comunică prin ramurile comunicante. La nivelul lanțurilor cervicale și sacrate (zone medulare lipsite de coarne laterale) conexiunea dintre ganglionii laterovertebrali și nervii spinali se face doar prin ramurile comunicante albe.

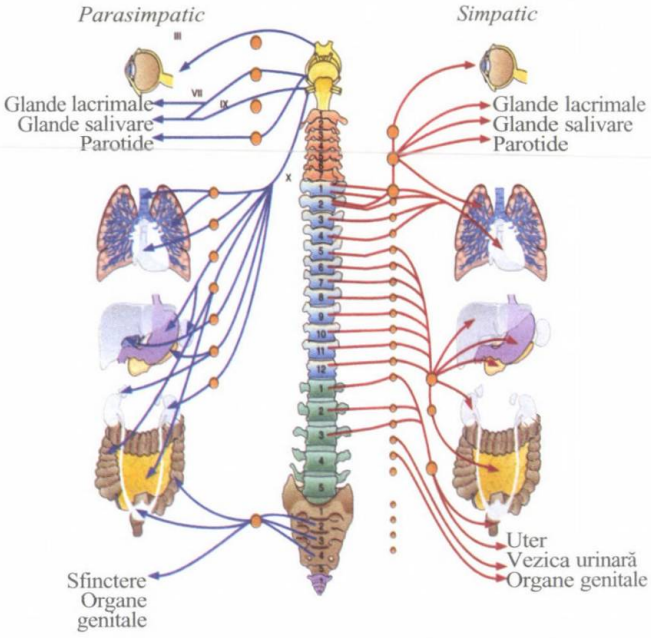


Fig. 2.25 *Efectele stimulării vegetative*

Compară centrii și eferențele simpatică și parasimpatică.

Coordonarea ganglionilor din zonele cervicală și sacrată se face prin fibre motorii care vin din măduva toraco-lombară, de-a lungul lanțurilor paravertebrale, prin ramurile interganglionare.

Neuronii preganglionari pot fi și lungi, atunci când străbat ganglionii paravertebrali, fără să facă sinapsă, caz în care formează nervii splanhnici. Aceștia vor face sinapsă cu neuronul postganglionar (care este scurt) într-un ganglion previsceral sau intramural.

Neuronul postganglionar, de regulă, este lung, amielinic și face sinapsă adrenergică (mediată de adrenalină sau noradrenalină) cu efectorul.

Unele fibre postganglionare formează ramura comunicantă cenușie, prin care fibrele se reîntorc la trunchiul nervului spinal și se distribuie la mușchii firelor de păr, glandele sudoripare, glandele sebacee, musculatura netedă a vaselor de sânge din tegument și din mușchii somatici (caz în care sinapsa este colinergică).

Eferența parasimpatică: neuronul preganglionar este lung, mielinic, situat în măduva sacrată și în nucleii vegetativi bulbo-mezencefalici. El face sinapsă (colinergică) cu neuronul postganglionar aflat în ganglionul previsceral sau intramural.

Neuronul postganglionar este scurt, amielinic și face sinapsă (colinergică) cu efectorul - fig. 2.25.

Majoritatea fibrelor postganglionare simpatice și preganglionare parasimpatice formează *plexuri* care, după localizare, se clasifică în:

– prevertebrale (celiac, mezenterice etc.);
– previscerale (cardiac, aortic, esofagian etc.);
– intramurale (plexurile din pereții vaselor de sânge etc.).

Noțiuni de igienă și patologie

Afecțiuni	Cauze	Simptome	Prevenire
Meningită	Agenți infecțioși (virusuri, bacterii) sau neinfecțioși (alergii, intoxicații, postvaccinare), care determină inflamarea meningelor	Febră, cefalee (durere de cap), vărsături, fotofobie, dureri musculare, rigiditatea mușchilor cefei	• Evitarea suprasolicitărilor fizice și psihice • Ritm normal somn-veghe • Evitarea substanțelor psihostimulante • Evitarea conflictelor și traumelor fizice • Tratarea corectă a oricărei afecțiuni • Prezentarea la medic la orice semn de boală
Encefalită	Aceleași ca și în cazul meningitei, determinând inflamația țesutului nervos din creier; deseori, cele două boli evoluează împreună	Contracții musculare, agitație sau somnolență, cefalee, vărsături, febră	
Hemoragie cerebrală	Hipertensiune arterială, emoții violente, surmenaj, abuz alimentar, efort fizic intens	Deviația trăsăturilor feței și a globilor oculari, asimetrie de reflexe și de tonus muscular (paralizie)	
Comă	Hemoragii cerebrale, encefalite, meningite, tumori	Pierderea cunoștinței, a sensibilității și motilității voluntare, cu păstrarea funcțiilor vegetative vitale	
Convulsii	Iritația neuronilor motori corticali sau medulari, provocată de epilepsie, hemoragii cerebrale, isterie, intoxicații, tetanos	Zvâcnituri involuntare, repetate, ale unuia sau mai multor segmente ale corpului, mai ales ale extremităților	

SINTEZĂ

- Sistemul nervos vegetativ coordonează activitatea organelor interne.
- SNV are două componente: simpatică și parasimpatică.
- Majoritatea organelor au dublă inervație vegetativă, antagonică.
- Funcționarea SNV are la bază actul reflex vegetativ.

TEME

I. Alege răspunsul corect:

1. Fasciculele Goll și Burdach se termină în: a) talamus; b) bulb; c) cortex cerebral; d) cerebel.

2. Nucleul terminal al nervului trigemen se află în: a) ganglionul spinal; b) bulb; c) punte; d) bulb, punte și mezencefal.

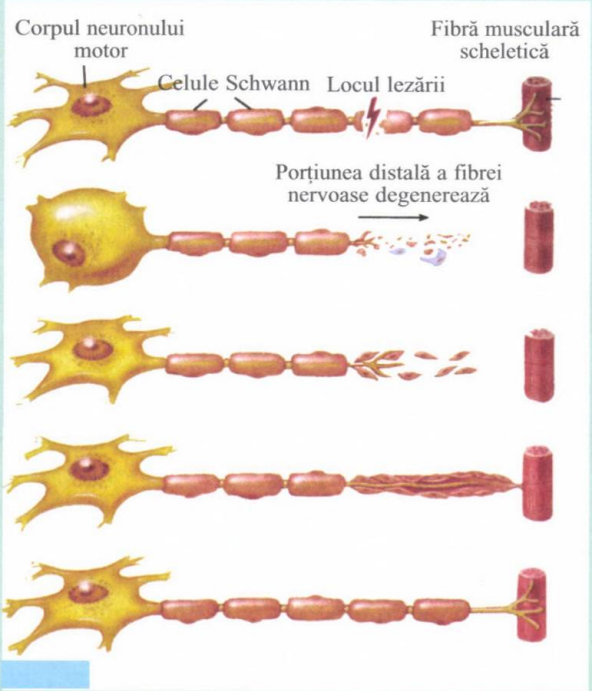
3. Nu are neuron de releu în diencefal sensibilitatea: a) tactilă fină; b) proprioceptivă inconștientă; c) dureroasă; d) viscerală.

4. Nu este o funcție a cerebelului: a) menținerea echilibrului; b) reglarea tonusului muscular; c) inițierea mișcărilor; d) reglarea mișcărilor fine.

II. Răspunde la următoarele întrebări:

1. Care sunt criteriile de clasificare a sistemului nervos?
2. Ce reprezintă homunculus-ul senzitiv?
3. Care sunt efectele stimulării simpatice asupra inimii și vaselor de sânge?
4. Cum se numesc cele 12 perechi de nervi cranieni?

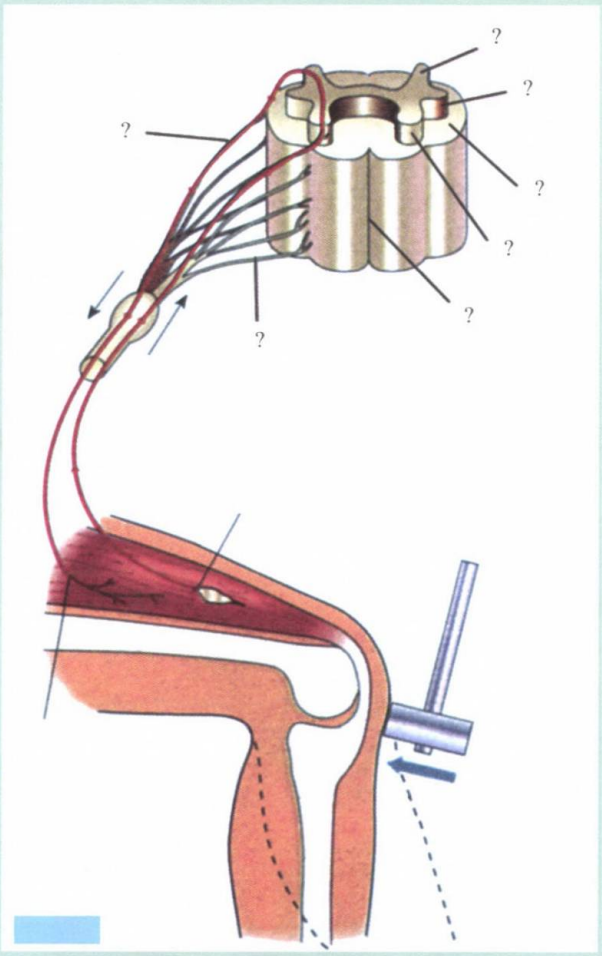
III. Comentează imaginile din fig. 2.26, care arată regenerarea axonului unui nerv.



IV. Asociază următorii termeni:

1. neuroni somatomotori	a) coarne posterioare
2. neuroni viscerosenzitivi	b) coarne laterale -posterioare
3. neuroni visceromotori	c) coarne anterioare
4. neuroni somatosenzitivi	d) coarne laterale -anterioare

V. *Verifică-ți reflexul rotulian, apoi completează legenda din figura următoare:



VI. Realizează un eseu structurat cu tema „Nervii motori", după următorul plan: definiția și clasificarea nervilor, structura unui nerv, enumerarea nervilor motori și distribuția lor.

Activitate în perechi • Formulați o ipoteză

1. Maladia Parkinson se caracterizează prin deteriorarea mișcărilor și prin tremurături caracteristice.

Discutați asupra cauzei posibile.

2. Prin care din următoarele căi este condus mai rapid impulsul nervos și de ce:

a) calea motilității voluntare;

b) calea sensibilității interoceptive.

b) ANALIZATORII

AMINTEȘTE-ȚI

- Care sunt segmentele unui analizator?
- Unde este localizat receptorul și ce rol are?
- Unde se formează senzațiile?

Analizatorii sunt sisteme care realizează legătura dintre mediu și organism, având rolul de a recepționa, conduce și transforma în senzații specifice stimulii din mediul extern și intern. Sunt formați din trei segmente: periferic, intermediar (sau de conducere) și central.

- **Segmentul periferic (receptorul)** este specializat pentru a recepționa o anumită formă de energie din mediu, pe care o transformă în potențial de receptor (receptorul epitelial) sau în potențial de acțiune (receptorul nervos). Receptorul este integrat în organele de simț.

- **Segmentul intermediar** sau de conducere este format din căile nervoase, prin care influxul ajunge la scoarța cerebrală.

- **Segmentul central** este reprezentat de aria din scoarța cerebrală unde influxul nervos este transformat în senzație conștientă (sunet, imagine, miros etc.).

Analizatorii sunt: *cutanat, vizual, auditiv, vestibular, olfactiv, gustativ* și *kinestezic*.

Analizatorul cutanat

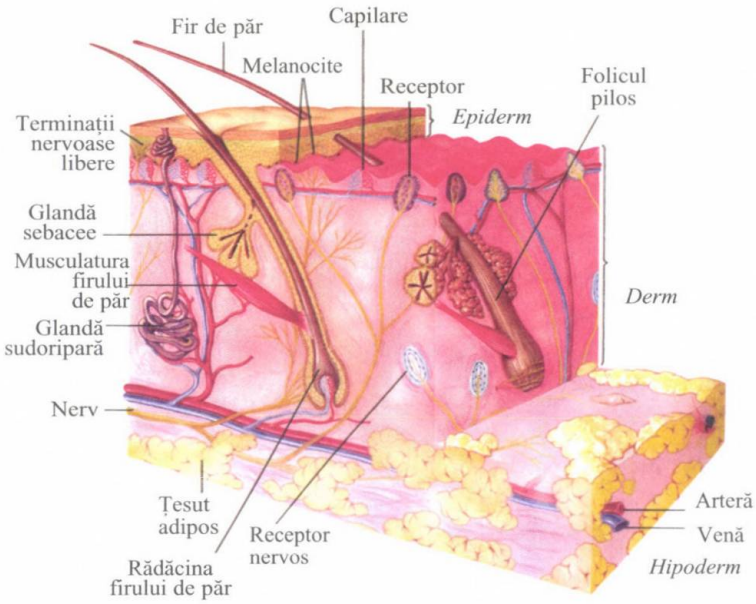


Fig. 2.28 *Structura pielii*

Identifică structurile prezente în fiecare strat al pielii. Ce rol are țesutul adipos din structura hipodermului?

Segmentul periferic al acestui analizator este situat în piele. Pielea - fig. 2.28 - este organul cu cea mai mare întindere și este format din: *epiderm, derm* și *hipoderm.*

- **epidermul,** aflat în contact cu mediul extern, este alcătuit din țesut epitelial pluristratificat. Cele mai profunde straturi constituie *pătura germinativă*, fiind alcătuită din celule care se divid intens și care conțin melanină (pigment fotoprotector care colorează pielea, părul, irisul). Melanina se formează în celule ale dermului (melanocite), care trimit prelungiri în pătura germinativă, cedându-i pigmentul.

Stratul superficial al pielii (cornos) are celule turtite, cheratinizate, al căror metabolism a încetat. De aceea, legăturile dintre celule slăbesc, după care ele se descuamează și cad. Epidermul nu este vascularizat.

- **dermul,** situat sub epiderm, este alcătuit din țesut conjunctiv dens. Aici se găsesc glande sebacee, canalele de excreție ale glandelor sudoripare, foliculii piloși, musculatura firului de păr, vase de sânge, receptori nervoși.

Partea profundă a dermului este formată dintr-o rețea de fibre de colagen și fibre elastice, ce conțin capilare sangvine, limfatice și fibre nervoase. Dermul trimite spre epiderm niște proeminențe numite papile dermice, care ridică

epidermul, formând crestele papilare, vizibile pe suprafața degetelor, palmelor și a tălpilor. Dispoziția papilelor este caracteristică fiecărei persoane și prin imprimare formează amprentele digitale, cu importanță judiciară.

- **hipodermul,** situat în profunzime, este alcătuit din țesut conjunctiv lax, în care se găsesc adipocite, cu rol de depozitare a lipidelor și de termoreglare.

Grosimea pielii variază de la o regiune la alta, cea mai fină fiind pielea pleoapelor (0,2 - 0,3 mm) și cea mai groasă, cea de pe palme, tălpi, cap.

În zonele de flexie a membrelor se produc pliuri sau „gropi": în regiunea axilelor (subsuori), regiunea inghinală (între coapsă și abdomen), în partea posterioară a genunchilor (spațiul popliteu). În aceste zone pielea este foarte subțire, putând fi sediul unor procese inflamatorii.

Receptorii de la nivelul pielii sunt de mai multe tipuri - fig. 2.29:

– *receptorii pentru durere* sunt reprezentați de terminații nervoase libere și sunt prezenți în toate țesuturile, cu excepția encefalului care este, așadar, insensibil la durere.

Acești receptori sunt deosebit de importanți, deoarece durerea este un semnal de disfuncționalitate; perceperea ei informează organismul asupra degradării stării de sănătate; asemenea receptori răspund la acțiuni cu caracter mecanic, termic și chimic.

– *receptorii tactili* sunt reprezentați de *corpusculii Meissner* (pentru atingeri fine), *corpusculii Ruffini* (pentru viteza de mișcare), *corpusculii Vater-Pacini* (pentru modificări de presiune și pentru mișcări rapide), *discurile Merkel* (pentru atingeri puternice).

– *receptorii termici* sunt reprezentați de *corpusculii Krause* (pentru rece) și *corpusculii Ruffini* (pentru cald), recepționând variațiile de temperatură din mediu, în raport cu temperatura corpului.

Distribuția receptorilor nu este uniformă: corpusculii tactili, de exemplu, predomină la nivelul feței, buzelor și degetelor.

Calea de conducere este reprezentată de fibre care deservesc sensibilitatea exteroceptivă și care au protoneuronul în ganglionul spinal și în ganglionul omolog, de pe traseul nervului cranian V.

Segmentul central este localizat în lobul parietal (girusul postcentral).

- Pielea prezintă două tipuri de *anexe*:

– *anexele cornoase* sunt reprezentate de *unghii*, formate din celule cheratinizate, și de *peri*, formați din celule cheratinizate și care au melanină în citoplasmă;

– *anexele glandulare* sunt reprezentate de glandele sebacee (acinoase), sudoripare (tubulare) și mamare (tubulo-acinoase, fiind glande sebacee modificate).

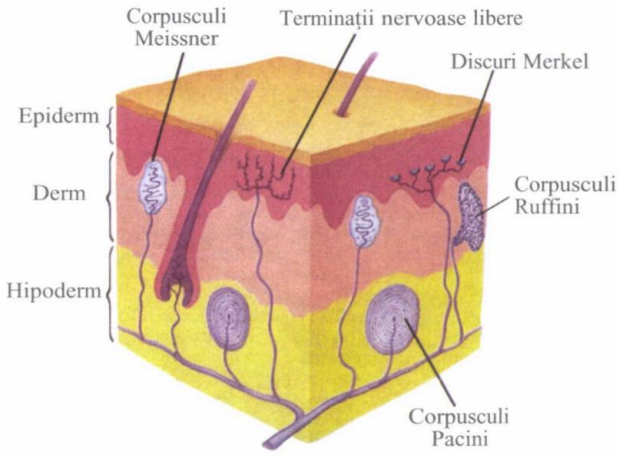


Fig. 2.29 *Receptori tegumentari*

Descrie tipurile de receptori tegumentari.

Funcțiile pielii

- Protecție – stratul cornos reprezintă o barieră între mediul extern și cel intern. În locurile unde pielea este supusă la frecări stratul cornos se îngroașă. Această funcție de protecție mai este asigurată și de:

– melanină, care funcționează ca un ecran protector împotriva acțiunii dăunătoare a razelor ultraviolete. Acestea stimulează sinteza de melanină, ducând la bronzare;

– sebum (grăsime) și sudoare, care formează „mantaua acidă", cu rol de apărare împotriva bacteriilor și a ciupercilor patogene.

- Depozitare a grăsimilor (în hipoderm) și a sângelui (în derm și hipoderm);

- Sensibilitate: termică, tactilă, dureroasă.

- Excreție – prin sudoare se elimină o parte a apei și unii produși de metabolism (funcție asemănătoare rinichilor). Dacă prin arsuri se distruge peste 30% din suprafața corpului, apar tulburări grave, din cauza autointoxicării cu produși de degradare metabolică.

- Termoreglare – în urma reacțiilor de ardere celulară rezultă căldură (termogeneză). Prin piele se pierde 85% din această căldură (termoliză), proces realizat prin diverse mecanisme fizice: iradiere, convecție, conducție și evaporare. Stratul adipos din hipoderm intervine și el în termoreglare (persoanele grase suportă mai ușor frigul).

- Absorbție a unor substanțe, lucru ce permite administrarea unor medicamente sub formă de unguent sau cremă.

- Sinteza cheratinei, vitaminei D, melaninei.

Analizatorul vizual

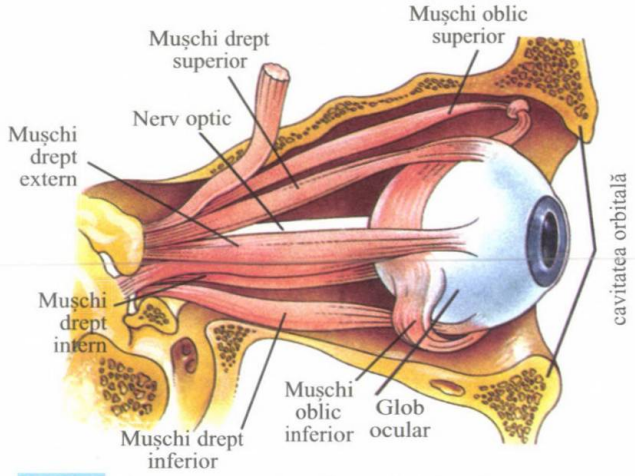


Fig. 2.30 *Musculatura extrinsecă a globului ocular*

Corelează mușchii drepți și oblici cu mișcările globului ocular.

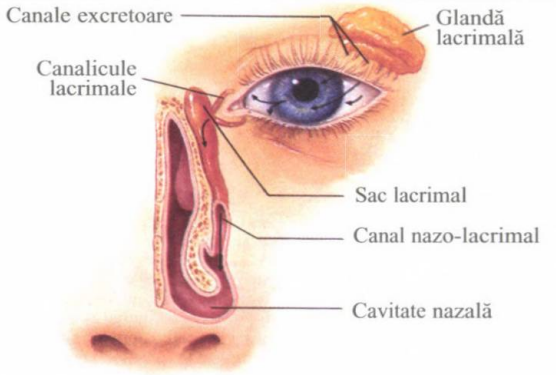


Fig. 2.31 *Aparatul lacrimal*

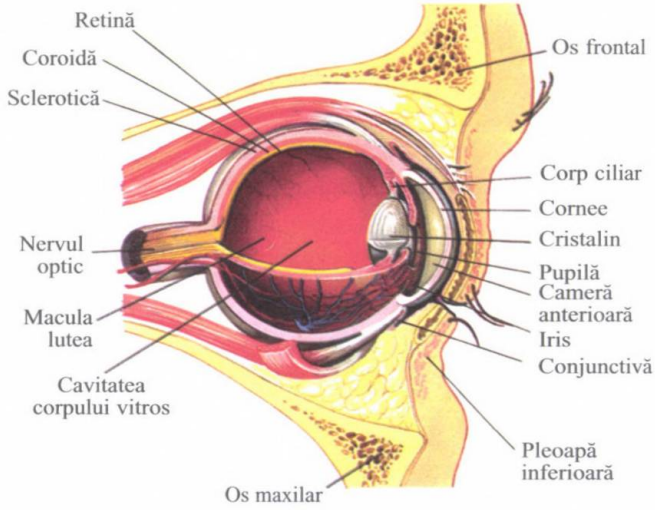


Fig. 2.32 *Structura ochiului*

Segmentul periferic este localizat la nivelul unui organ pereche, numit ochi. Ochiul are o structură complexă, fiind alcătuit din *glob ocular* și din *structuri anexe,* care după rol, pot fi:

- de mișcare – musculatura extrinsecă a globului ocular, care asigură mișcările globului ocular - fig. 2.30;
- de protecție, reprezentate de:

– sprâncene: fire de păr, dispuse pe marginea arcului superior al orbitei. Au rol de a împiedica sudoarea să intre în ochi;

– gene: fire de păr scurte, dispuse pe marginea pleoapelor, cu rol protector, menținute moi de o substanță grasă, produsă de glandele situate la baza lor;

– pleoape: cute subțiri ale pielii, învelite pe partea internă de o membrană extrem de subțire, numită conjunctivă;

– glande lacrimale: - fig. 2.31 - situate în unghiul extern superior al ochiului, produc un lichid sărat, lichidul lacrimal (are rol de a lubrifia și de a menține umedă conjunctiva). Când producerea lichidului este abundentă, acesta se revarsă, formând lacrimile.

Globul ocular

Partea cea mai importantă a ochiului este reprezentată de globul ocular, de formă aproape sferică, cu diametrul antero-posterior de 2,4 cm. Este așezat în cavitatea orbitală și prezintă pe suprafața externă cei șase mușchi extrinseci.

Din punct de vedere structural, globul ocular prezintă următoarele componente: perete, sistemul fotoreceptor și sistemul dioptric.

Peretele este format din trei tunici - fig. 2.32.

Tunica externă, fibroasă, avasculară și inervată, are două regiuni inegale: posterioară, opacă – *sclerotica* – de culoare albă, și anterioară, transparentă, numită *cornee*.

Tunica mijlocie este alcătuită din: *coroidă, corp ciliar* și *iris*.

- Coroida este bogată în vase de sânge, are rol de hrănire a globului ocular. Conține și melanină, ceea ce îi permite să realizeze o cameră obscură a globului ocular. La partea anterioară se desprinde de sclerotică, formând o margine festonată, numită *ora serrata*.
- Corpul ciliar reprezintă continuarea coroidei la partea anterioară, fiind situat între ora serrata și iris. Corpul ciliar conține: *procesele ciliare* (70-80 de gheme vasculare, ce

secretă umoarea apoasă și sticloasă) și *mușchiul ciliar*, care susține cristalinul și este format din fibre circulare și radiare, având rol în procesul de acomodare vizuală.

- Irisul este o membrană conjunctivo-musculară, de forma unui disc perforat central (pupila). Conține fibre musculare circulare și radiare, cu rol în reglarea cantității de lumină care intră în globul ocular.

Tunica internă sau *retina*, extrem de subțire, este de natură nervoasă. La nivelul ei se identifică două zone importante: una posterioară, care acoperă 2/3 din coroidă, până la ora serrata, și una anterioară, în contact cu corpul ciliar și cu irisul, lipsită de elemente vizuale.

La nivelul retinei posterioare se observă două formațiuni caracteristice:

– *papila optică* (pata oarbă), lipsită de celule receptoare, reprezentând locul prin care nervul optic iese din retină, iar vasele de sânge intră în retină;

– *pata galbenă* (macula lutea), în centrul căreia se găsește o depresiune numită *foveea centralis*, ce reprezintă zona de maximă acuitate vizuală.

Retina este constituită din zece straturi de celule - fig. 2.33 -, cele mai importante fiind:

- *stratul celulelor pigmentare*, situat imediat sub coroidă;
- *stratul celulelor fotoreceptoare* (neuroni unipolari), cu conuri și cu bastonașe, denumire dată de forma prelungirilor pe care aceste celule le trimit spre celulele pigmentare;

Celulele cu bastonașe conțin *rodopsină* (pigment fotosensibil, înrudit cu vitamina A) și sunt responsabile de vederea nocturnă. Ele predomină în retina periferică, lipsind în foveea centralis.

Celulele cu conuri conțin pigmentul numit *iodopsină* și sunt responsabile de vederea diurnă și de identificarea culorilor; sunt concentrate în special la nivelul petei galbene, fiind prezente în exclusivitate în foveea centralis.

- *stratul neuronilor bipolari* reprezintă primul neuron (N1) al căii optice; dendritele lor iau contact cu prelungirile celulelor fotoreceptoare, iar axonii merg către stratul următor;
- *stratul neuronilor multipolari* reprezintă al doilea neuron (N2) al căii optice; dendritele lor fac sinapsă cu axonii neuronilor bipolari, iar axonii neuronilor multipolari formează *nervul optic*.

Sistemul dioptric este alcătuit din mediile refringente: corneea transparentă, umoarea apoasă, cristalinul și umoarea sticloasă.

- Umoarea apoasă este produsă de procesele ciliare, trece în camera posterioară (cuprinsă între cristalin și iris) și apoi, prin pupilă, trece în camera anterioară (cuprinsă între cornee și iris) - fig. 2.34. De aici se elimină în sistemul venos al scleroticii.

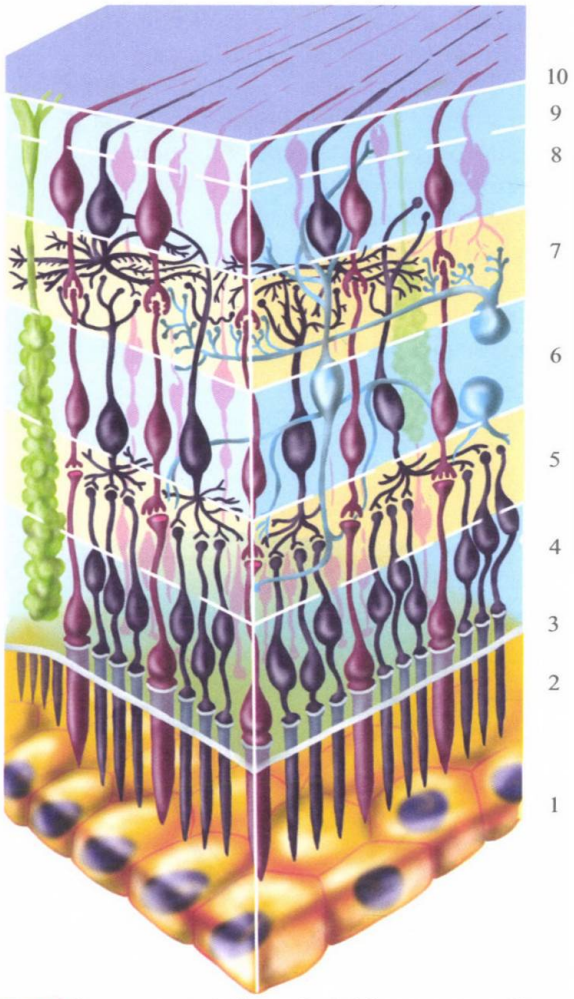


Fig. 2.33 *Structura retinei: 1) stratul celulelor pigmentare; 2) conuri și bastonașe; 3) membrană limitantă externă; 4) stratul granular extern; 5) stratul plexiform extern; 6) stratul granular intern;7) stratul plexiform intern;8) stratul celulelor multipolare; 9) stratul fibrelor optice; 10) membrană limitantă internă.*

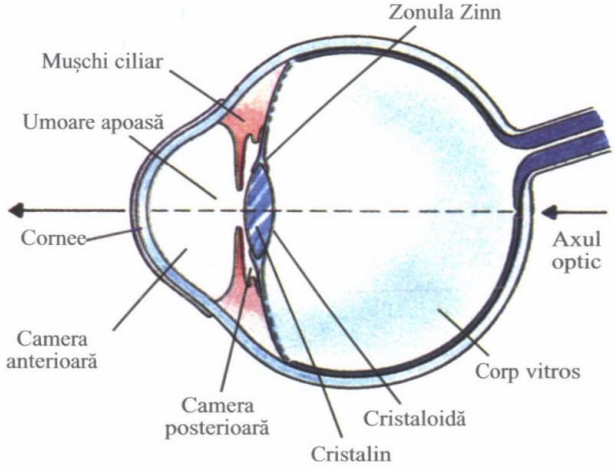


Fig. 2.34 *Secțiune sagitală în globul ocular*

Care este rolul sistemului dioptric?

● Cristalinul este o formațiune lenticulară biconvexă situată în spatele irisului și înconjurată de o capsulă elastică, numită cristaloidă. La nivelul circumferinței este înconjurat de un ligament suspensor (zonula Zinn), prin intermediul căruia cristalinul este acționat de mușchiul ciliar în timpul procesului de acomodare, prin modificarea curburilor celor două fețe ale cristalinului.

● Umoarea sticloasă sau corpul vitros, substanță gelatinoasă, transparentă, este secretată tot de procesele ciliare și este învelită într-o membrană subțire, numită hialoidă; ocupă spațiul din spatele cristalinului (cavitate posterioară).

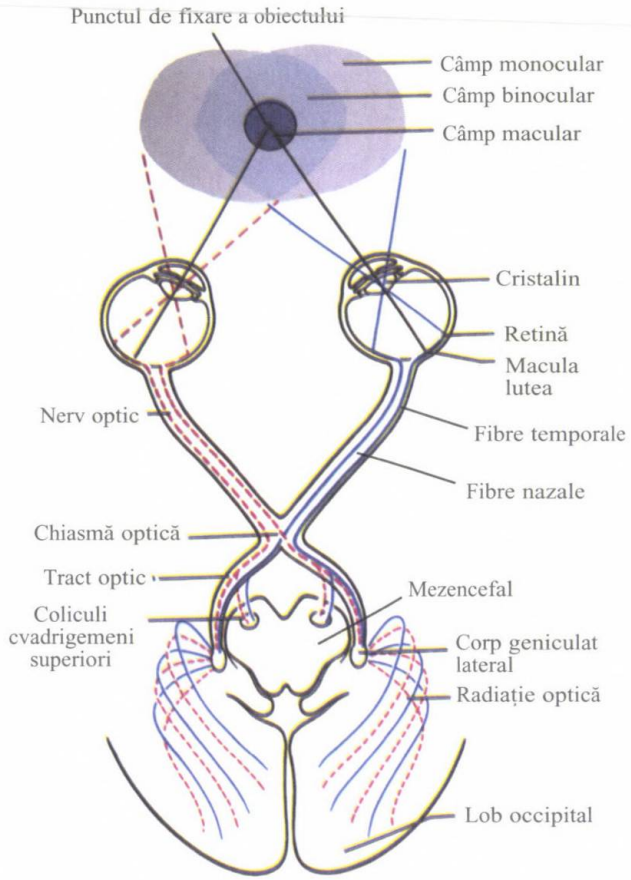


Fig. 2.35 *Calea de conducere vizuală și segmentul central*

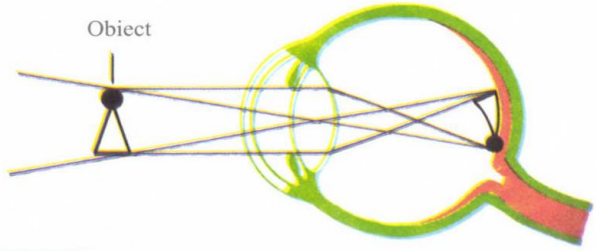


Fig. 2.36 *Formarea imaginii pe retină*

Descrie imaginea care se formează pe retină.

Mediile refringente ale ochiului realizează convergența razelor luminoase ce intră prin pupilă.

Calea de conducere a analizatorului vizual este formată din fibre nervoase, care alcătuiesc nervii optici și tracturile optice. *Nervii optici* au două tipuri de fibre: nazale, care se încrucișează la nivelul chiasmei optice și temporale, care nu se încrucișează - fig. 2.35.

De la nivelul chiasmei optice informațiile sunt transmise prin *tractusurile optice*, care se opresc la nivelul metatalamusului (corpul geniculat lateral), unde se găsește cel de-al treilea neuron al căii. Tractusurile optice dau colaterale ce merg la nucleii mezencefalici (fibre prin care se realizează reflexele oculocefalogir și pupilar fotomotor - micșorarea pupilei).

Axonii celui de-al treilea neuron din metatalamus conduc informațiile la segmentul central.

● **Segmentul central** este situat în lobul occipital al scoarței cerebrale.

Fiziologia analizatorului vizual

Sub acțiunea razelor de lumină, la nivelul globului ocular se produc o serie de fenomene: *fizice* – stimularea celulelor fotoreceptoare; *fotochimice* – descompunerea pigmenților fotosensibili; *bioelectrice* – generarea potențialului de acțiune.

Formarea imaginii pe retină - fig. 2.36. Razele luminoase care vin de la o anumită sursă (raze reflectate pe suprafața unui obiect) străbat corneea, umoarea apoasă, cristalinul și corpul vitros (medii transparente) și ajung la retină. Mediile transparente reprezintă un sistem dioptric, în care razele se refractă (mediu refringent) și se concentrează (mediu convergent) într-un focar de la nivelul retinei, determinând formarea unei imagini reale, mai mică și răsturnată. Are loc câte o refracție a razelor luminoase la fiecare trecere a acestora prin medii cu densități diferite (la interfața aer-cornee, la trecerea din cornee în umoarea apoasă, la trecerea din umoarea apoasă în cristalin și la trecerea din cristalin în umoarea sticloasă). Musculatura extrinsecă a celor doi globi dirijează axele anteroposterioare în așa fel încât imaginea să se formeze în pata galbenă.

La ochiul normal (*emetrop*) sistemul dioptric are o capacitate de refracție care permite ca razele luminoase care vin de la o sursă îndepărtată și cad paralel pe cornee să se focalizeze la 24 mm înapoia acesteia, adică pe retină. Distanța de la lentilă (cristalin) la focarul principal se numește distanță focală și este egală cu 17 mm.

La ochiul normal imaginile se formează exact pe retină, când obiectul observat se află la o distanță de ochi mai mare de 6 m.

Ochiul cu defecte optice, denumit *ametrop*, este cel la care razele paralele, plecate de la o sursă luminoasă (obiect) situată la infinit, nu-și formează focarul principal pe retină, ci înaintea ei sau în spatele ei, deoarece

există o neconcordanță între puterea de refracție a mediilor transparente și lungimea axului antero-posterior al globului - fig. 2.37.

Ochiul nostru poate vedea bine și obiectele aflate la distanțe mai mici, datorită elasticității cristalinului. Când obiectul este apropiat de ochi, cristalinul se curbează, astfel că puterea sa de convergență crește și razele luminoase cad exact pe retină; dacă însă obiectul este situat mai departe, cristalinul se aplatizează.

Aceste mecanisme caracterizează *procesul de acomodare a ochiului* (proprietatea cristalinului de a se modifica, pentru ca imaginea să se formeze numai pe retină). În procesul de acomodare există două repere: *punctul remotum* (cel mai îndepărtat de ochi, la care putem vedea clar, fără acomodare, situat la 6 m) și *punctul proximum* (cel mai apropiat de ochi, la care putem vedea clar prin acomodare). Punctul proximum crește odată cu vârsta, din cauza scăderii elasticității cristalinului. Acomodarea este realizată în mod reflex, cu ajutorul musculaturii circulare sau radiare ce determină mărirea sau micșorarea convexității fetei anterioare a cristalinului.

Cantitatea de lumină ce intră în ochi este condiționată de diametrul pupilei. Modificarea diametrului pupilei reprezintă un alt reflex implicat în procesul de acomodare.

Fotorecepția reprezintă totalitatea proceselor ce au loc la nivelul celulelor receptoare care, expuse la lumină, produc descompunerea pigmenților fotosensibili. Retina este sensibilă la radiații cu lungimea de undă între (aproximativ) 400-700 nm - fig. 2.38.

Mesajele luminoase sunt receptate la nivelul celulelor cu conuri și cu bastonașe, acestea conținând pigmenți fotosensibili (de un singur tip, în celulele cu bastonașe, și de trei tipuri, în cele cu conuri, deoarece există trei tipuri de conuri). Acești pigmenți sunt alcătuiți dintr-o componentă proteică (*rodopsina*, în celulele cu bastonașe, și *iodopsina*, în cele cu conuri) și dintr-un derivat al vitaminei A.

În prezența radiațiilor luminoase, derivatul își schimbă temporar configurația (trece din starea cis în starea trans). Aceste modificări determină apariția potențialului de receptor în celulele receptoare, care va deveni potențial de acțiune și va fi transmis prin fibrele nervului și tractului optic în aria vizuală de la nivelul cortexului cerebral occipital.

Pentru vederea colorată responsabile sunt celulele cu conuri, care, după gradul de sensibilitate, sunt de trei feluri: unele sensibile la culoarea roșie, altele, la albastru și altele, la verde. Prin stimularea în proporție diferită a acestor trei tipuri se formează senzații vizuale pentru toate culorile. Stimularea egală a lor determină senzația de alb.

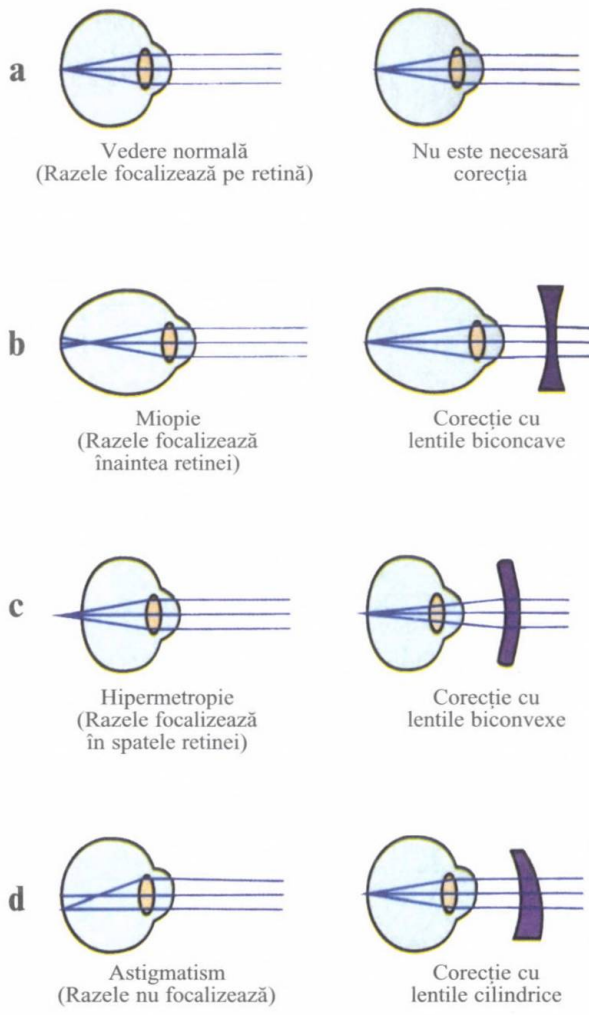
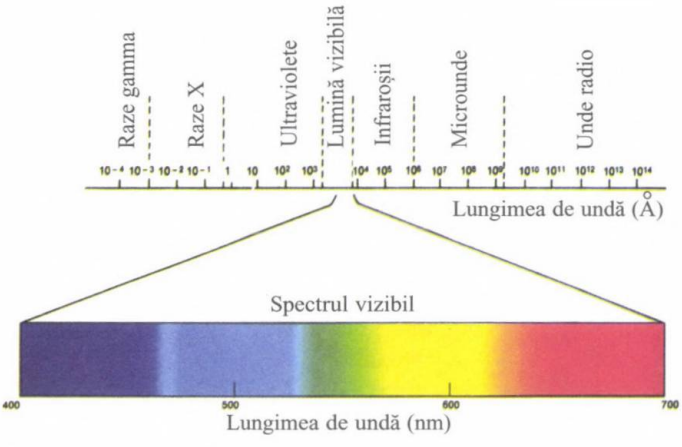


Fig. 2.37 *Ochiul emetrop (a), ametrop și corecțiile acestuia (b,c,d)*



$1 Å = 10^{-10} m$; $1 nm = 10^{-9} m$

Fig. 2.38 *Spectrul electromagnetic*

Analizatorul acustico-vestibular

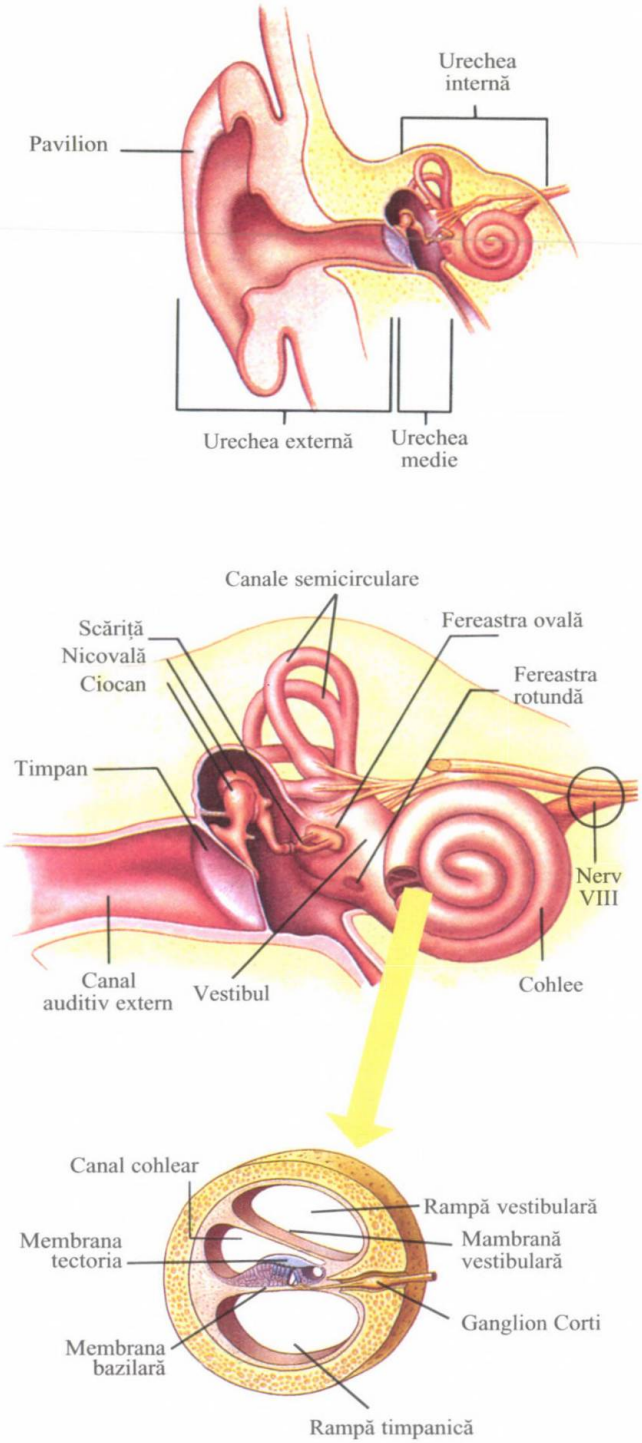


Fig. 2.39 *Structura urechii*

Descrie componentele urechii.

Analizatorul acustico-vestibular cuprinde două sisteme receptoare: un sistem acustic pentru auz și un sistem vestibular, sau al echilibrului, pentru poziția spațială a corpului în repaus și în mișcare. Atât receptorii pentru auz, cât și cei pentru echilibru se găsesc la nivelul unui organ-pereche, numit ureche. Urechea prezintă trei părți:

- *Urechea externă* este alcătuită din pavilionul urechii și din conductul auditiv extern. Acesta este căptușit de piele care prezintă peri și glande ceruminoase ce secretă cerumen. Pavilionul urechii captează sunetele care, prin conduct, ajung la membrana timpanică. Aceasta separă urechea externă de cea medie.
- *Urechea medie* este cuprinsă între fereastra timpanică (acoperită de membrana timpanică) și ferestrele ovală și rotundă (acoperite și ele de o membrană), prin care urechea medie comunică cu urechea internă. Urechea medie comunică și cu nazofaringele, cu ajutorul unui canal lung: trompa lui Eustachio. Conține trei oscioare: *ciocanul, nicovala* și *scărița*.
- *Urechea internă* este constituită din două labirinte: unul osos, care conține perilimfă, și unul membranos, care conține endolimfă. Labirintul membranos căptușește labirintul osos.

Fiecare labirint este alcătuit din: *vestibul, trei canale semicirculare* și *melc* sau *cohlee* - fig. 2.39.

Vestibulul membranos, spre deosebire de cel osos, este alcătuit din utriculă și saculă, două vezicule suprapuse.

Canalele semicirculare (ambele tipuri) sunt în număr de trei: două sunt orientate vertical și unul orizontal, fiind poziționate în cele trei direcții ale spațiului. Canalele semicirculare ale labirintului membranos se deschid în utriculă prin porțiuni bazale dilatate, numite *ampule*. Deschiderile sunt în număr de cinci, deoarece două canale se unesc și au același loc de deschidere.

- *Melcul* este un canal spiralat, răsucit de două ori și jumătate în jurul unui ax, numit *columelă*. De la columelă se desprinde, spre interiorul melcului osos, o *lamă spirală osoasă*, care se continuă cu *membrana bazilară*. Melcul membranos reprezintă o parte a canalului cohlear, delimitat de membrana bazilară, peretele extern osos și de membrana vestibulară (Reissner). În secțiune transversală melcul membranos are aspect triunghiular, fiind flancat de două rampe: timpanică și vestibulară, care aparțin melcului osos. Cele două rampe comunică la vârful melcului printr-un orificiu numit *helicotremă*.

● **Segmentul periferic** al analizatorului acustico-vestibular se află în urechea internă.

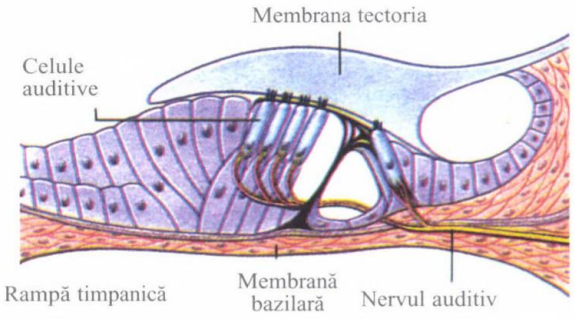
Receptorii auditivi

Sunt situați în *organul lui Corti*, aflat pe membrana bazilară.

Organul lui Corti are două tipuri de celule:

● de susținere care, fiind depărtate la bază și apropiate la vârf, delimitează un spațiu triunghiular-tunelul lui Corti;

● senzoriale, dispuse pe două straturi, unul intern și unul extern, având cili la polul apical. Cilii străbat o membrană reticulară (produsă prin secreția celulelor de susținere), apoi vin în contact cu membrana tectoria.



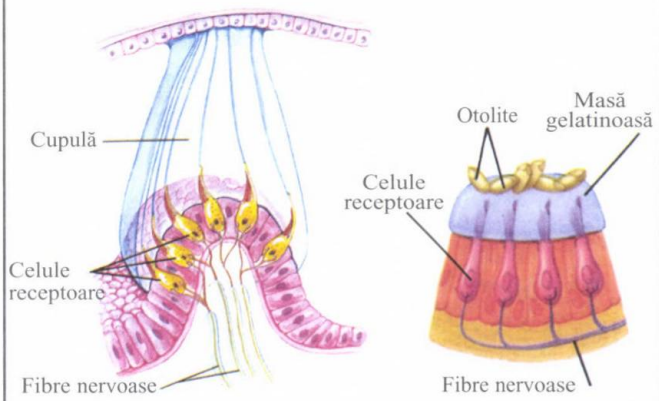
Receptorii vestibulari

Au două localizări:

● la baza canalelor semicirculare, unde sunt reprezentați de *crestele ampulare*. Acestea sunt formate din celule de susținere și celule senzoriale ciliate, cilii fiind înglobați într-o masă gelatinoasă;

● în utriculă și sacula, reprezentați de maculă, în alcătuirea căreia intră celule de susținere și celule senzoriale ciliate.

Cilii vin în contact cu o masă gelatinoasă, ce conține otolite (granule de carbonat de calciu).



Creastă ampulară *Maculă*

● **Segmentul intermediar** este reprezentat de căile acustică și vestibulară.

Calea acustică

Este formată din patru neuroni:

● N1 (protoneuronul) se află în ganglionul spiral Corti (situat în columelă). Dendritele ajung la baza celulelor senzoriale din organul lui Corti, iar axonii vor constitui ramura acustică a nervului acustico-vestibular (VIII);

● N2 (deutoneuronul) se află în nucleii pontini, de unde axonii formează lemniscul lateral;

● N3 se află în coliculii cvadrigemeni inferiori;

● N4 se află în metatalamus, în corpii geniculați mediali. Axonul acestor neuroni se proiectează în segmentul central.

Calea vestibulară

Este formată din trei neuroni:

● N1 se află în ganglionul vestibular Scarpa (fiind neuron bipolar ca și cel din ganglionul Corti). Dendritele se distribuie la baza celulelor senzoriale, iar axonii vor constitui ramura vestibulară a nervului VIII;

● N2 este situat în nucleii vestibulari bulbari. Axonii săi se orientează spre talamus și emit colaterale spre măduvă – fasciculul vestibulo-spinal (pentru controlul tonusului muscular), spre cerebel – fasciculul vestibulo-cerebelos (pentru controlul echilibrului) și spre nucleii nervilor cranieni III, IV și VI – fasciculul vestibulo-nuclear (pentru controlul mișcărilor globilor oculari);

● N3 este situat în talamus. Axonii săi se proiectează în segmentul central.

● **Segmentul central** al ambilor analizatori se află în lobul temporal. Analizatorul auditiv are o arie auditivă secundară, în lobul parietal.

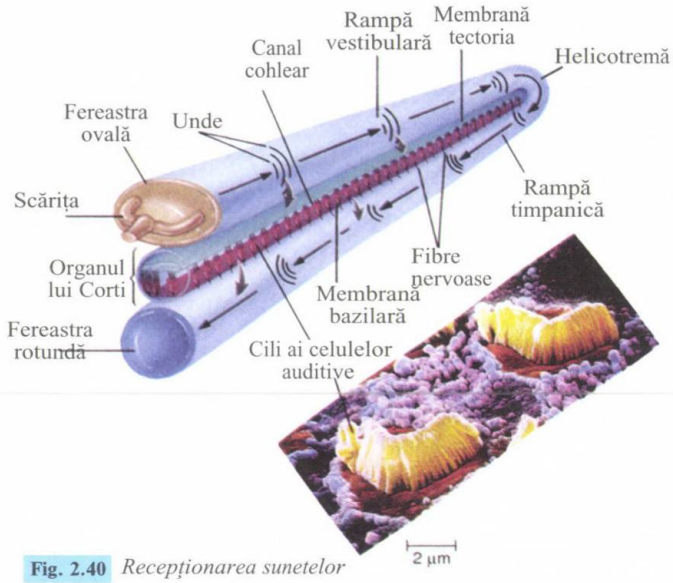


Fig. 2.40 *Recepționarea sunetelor*

Descrie mecanismul de stimulare a receptorilor auditivi.

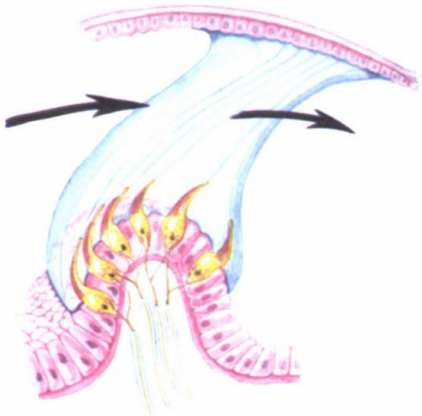


Fig. 2.41 *Stimularea receptorilor vestibulari din crestele ampulare*

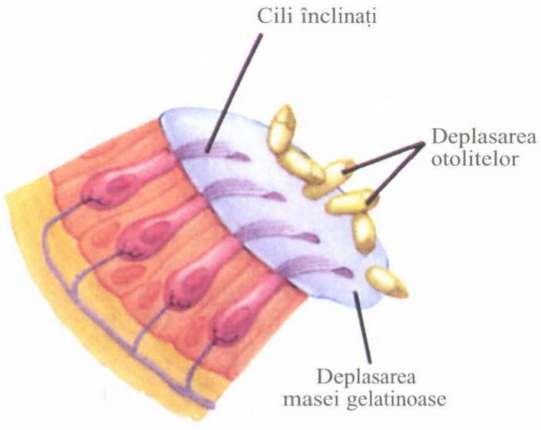


Fig. 2.42 *Stimularea receptorilor vestibulari maculari*

Descrie mecanismele de stimulare a receptorilor vestibulari.

Fiziologia analizatorului auditiv

Urechea umană, cu ajutorul receptorilor acustici, captează undele sonore cu o frecvență cuprinsă între 16 și 20 000 Hz. Acestea sunt sesizate nuanțat, în funcție de ton și volum, ca sunete acute, grave, zgomote asurzitoare sau simple șoapte.

Segmentul extern al urechii recepționează undele sonore și le conduce spre membrana timpanică, ce începe să vibreze.

Vibrațiile sunt preluate de sistemul de oscioare, care le amplifică (prin contracția mușchilor scăriței) sau le atenuează (prin contracția mușchilor ciocanului) și le transmite, prin fereastra ovală, perilimfei, devenind unde. Transmiterea vibrațiilor se face, în măsură mică, și prin oasele cutiei craniene.

Oscilațiile perilimfei determină oscilații ale membranei bazilare, pe care se află organul Corti, și ale endolimfei, micșorând sau mărind distanța dintre celulele receptoare și membrana tectoria - fig. 2.40.

Celulele receptoare vor fi stimulate datorită, pe de-o parte, presiunii exercitate de membrana tectoria asupra cililor celulelor receptoare, iar, pe de altă parte, datorită deplasării organului Corti în raport cu aceasta.

Apare potențialul de receptor, ce determină potențialul de acțiune în fibrele protoneuronului, ajungând, în final, la segmentul central, la nivelul căruia se formează senzația auditivă.

Un sunet cu frecvență înaltă va determina unde cu amplitudine maximă la baza melcului, iar un sunet cu frecvența joasă va determina unde cu amplitudine maximă la vârful melcului.

Fiziologia analizatorului vestibular

- Celulele receptoare din crestele ampulare, situate la nivelul canalelor semicirculare, sunt stimulate de mișcările endolimfei, provocate de rotația capului în jurul axelor orizontal și vertical - fig. 2.41.

Prin combinarea informațiilor venite de la fiecare canal, centrii nervoși fac aprecierea diferitelor mișcări.

- Celulele receptoare de la nivelul utriculei și saculei sunt stimulate de mișcările otolitelor, provocate de variații ale accelerației liniare - fig. 2.42. În condiții de repaus, când capul stă nemișcat, otolitele determină descărcări de impulsuri, care informează centrii în legătură cu direcția vectorului gravitațional.

În concluzie, stimularea receptorilor vestibulari nu determină senzații, ci reflexe statokinetice, pentru conștientizarea poziției corpului în spațiu.

Când corpul sau capul se rotesc cu rapiditate, apare senzația de dezechilibrare, de amețeală și chiar cădere. Aceasta deoarece mișcările endolimfei din canalele semicirculare și ale otolitelor provoacă o vibrație care continuă și după oprirea rotirii, împiedicând redobândirea echilibrului.

*Analizatorul olfactiv

Simțul olfactiv este slab dezvoltat la om. Acesta are rolul de a depista substanțele nocive pentru organism și, împreună cu simțul gustativ, participă la aprecierea calității alimentelor (ambele fiind simțuri chimice).

Pentru ca o substanță să producă o senzație olfactivă este necesar ca aceasta să fie volatilă (adică să fie în stare gazoasă) și să fie odorantă (mirositoare). Aceste substanțe vin în contact cu mucoasa nazală, se dizolvă în stratul subțire de mucus care o acoperă, stimulând receptorii olfactivi.

Segmentul periferic este localizat în zona superioară a mucoasei nazale și este reprezentat de *neuroni bipolari*. Dendritele acestora sunt scurte și se termină cu niște umflături numite *butoni olfactivi*, care prezintă cili olfactivi. Cilii vin în contact cu stratul de mucus ce tapetează mucoasa nazală - fig. 2.43 - și conțin proteine de care se leagă stimulii olfactivi.

Calea de conducere este formată din doi neuroni:

- protoneuronul, care este chiar receptorul (neuron bipolar). Axonii acestor neuroni formează nervii olfactivi, care străbat lama ciuruită a osului etmoid și se îndreaptă spre bulbul olfactiv - fig. 2.44;
- deutoneuronul este reprezentat de celulele mitrale din bulbul olfactiv (neuroni multipolari), ai căror axoni formează tractusurile olfactive, ce ajung în segmentul central.

Segmentul central se află în sistemul limbic, la nivelul girusului hipocampic și al nucleului amigdalian (lobul temporal).

Fiziologia analizatorului olfactiv

Stimulii specifici ajung la nivelul celulelor receptoare odată cu aerul inspirat. Aceste substanțe (care trebuie să aibă o concentrație egală sau mai mare decât concentrația prag) nu pot produce o excitație decât dacă vor fi dizolvate în mucusul secretat de celulele glandulare ale mucoasei olfactive.

Substanțele odorante, după legarea de proteinele corespunzătoare din structura receptorului, generează, în final, potențialul de acțiune.

Intensitatea senzațiilor olfactive depinde de concentrația substanțelor odorante, de gradul lor de solubilitate, de umiditatea mucoasei olfactive.

Dacă o substanță odorantă persistă o perioadă mai lungă de timp, apare procesul de adaptare la substanța respectivă (prin adaptare crește pragul de sensibilitate față de stimul și ca urmare, deși stimulul persistă, nu se mai transmit impulsurile).

Există aproximativ 50 de mirosuri primare, din combinarea cărora rezultă 2000–4000 de mirosuri percepute de om. Receptorii olfactivi sunt, în general, mai sensibili decât cei gustativi.

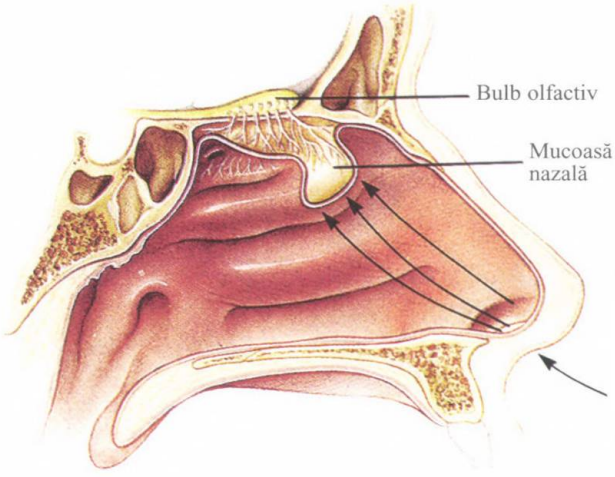


Fig. 2.43 *Recepționarea stimulului olfactiv*

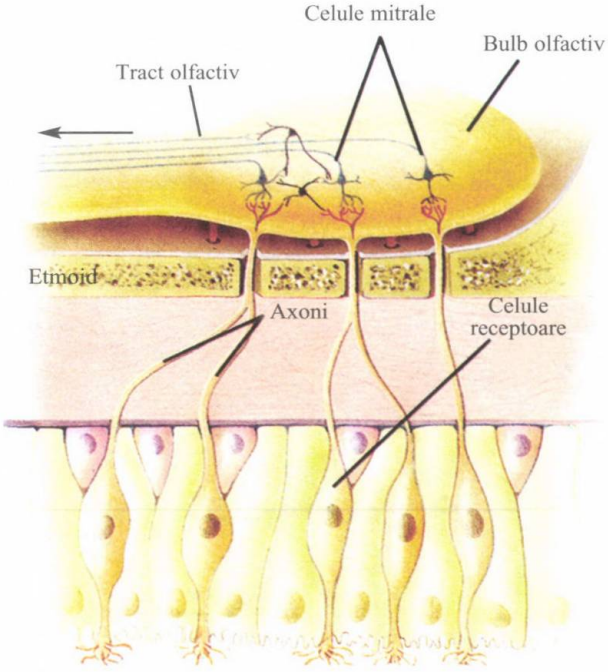


Fig. 2.44 *Conducerea impulsurilor nervoase olfactive*

Descrie modul de recepționare și conducere olfactivă.

*Analizatorul gustativ

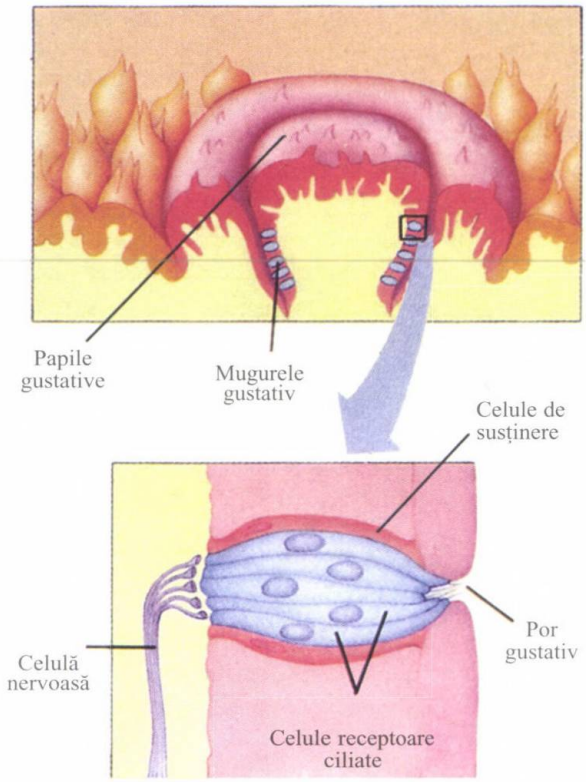


Fig. 2.45 *Receptori gustativi*

Descrie structura mugurelui gustativ și mecanismul său de stimulare.

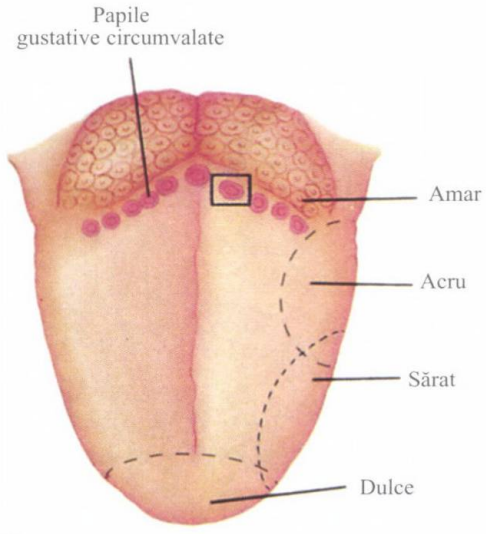


Fig. 2.46 *Harta gusturilor*

Segmentul periferic este reprezentat de chemoreceptori, care sunt excitați de substanțele sapide, ce se dizolvă în salivă sau apă. Chemoreceptorii sunt reprezentați de **mugurii gustativi,** localizați în mucoasa linguală, palatină, labială, faringiană, amigdaliană și epiglotică.

Un mugure gustativ este format din două tipuri de celule: celule de susținere și celule receptoare ciliate, care au la bază de terminații nervoase. Cilii ajung la suprafața limbii și vin în contact cu excitantul.

Mugurii gustativi din mucoasa linguală sunt incluși în *papilele gustative* - fig. 2.45 - care, după formă, pot fi: *circumvalate* – de forma unor cupe, *fungiforme* – de forma unor ciuperci, *foliate* – asemănătoare foilor unor cărți și *filiforme* – alungite, subțiri, fără receptori gustativi, doar cu receptori tactili.

Segmentul intermediar este reprezentat de calea gustativă, în alcătuirea căreia intră fibrele senzoriale ale perechilor de nervi cranieni VII, IX și X. Perechile VII și IX culeg sensibilitatea gustativă de la mugurii din mucoasa linguală, iar perechea a X-a, de la restul mugurilor gustativi.

- N1 este situat în ganglionii nervoși de pe traseul acestor nervi. Dendritele se distribuie la baza celulelor senzoriale gustative, iar axonii formează tractul solitar, ce ajunge în bulb.
- N2 se află în nucleul tractului solitar din bulb. Axonii lor se încrucișează și ajung cu lemniscul medial în talamus.
- N3 se află în talamus, axonii săi proiectându-se în segmentul central.

Segmentul central este situat în lobul parietal (girul postcentral).

Fiziologia analizatorului gustativ

Pentru a stimula receptorul, substanțele sapide trebuie să aibă o anumită concentrație, numită *prag de excitare*. În plus, trebuie să stea un timp în contact cu mucoasa linguală. De aceea, mugurii gustativi sunt receptori de contact, spre deosebire de receptorii olfactivi, care sunt receptori de distanță.

Omul percepe patru senzații gustative primare: dulce, amar, sărat, acru, pentru care există receptori specializați: la vârful limbii – pentru sărat și dulce; la baza limbii – pentru amar, iar pe părțile laterale – pentru acru - fig. 2.46.

Analizatorul gustativ are un important rol biologic, deoarece participă la mecanismul reflex de producere a diferitelor tipuri de secreții digestive.

*Analizatorul kinestezic

Analiza fină și coordonarea mișcărilor necesită o permanentă informare a sistemului nervos central asupra poziției spațiale a corpului, a segmentelor sale și, în mod special, asupra gradului de contracție a mușchilor, informații furnizate de analizatorul kinestezic.

Segmentul periferic este reprezentat de receptori specifici, numiți *proprioceptori*.

Proprioceptorii sunt situați la nivelul mușchilor, tendoanelor, articulațiilor, ligamentelor și sunt de mai multe tipuri:

- terminații nervoase libere, răspândite în grosimea capsulei articulare, care recepționează stimulii dureroși;
- organe tendinoase Golgi, situate la nivelul tendoanelor - fig. 2.47. Reprezintă fibre nervoase mielinice, care se demielinizează după pătrunderea în tendon. Sunt stimulate de tracțiunea tendonului produsă de contracția musculară;
- corpusculii Pacini (identici cu cei din tegument), situați în tendoane, articulații, periost, fiind stimulați de vibrații și de modificări ale presiunii;
- corpusculii Ruffini, localizați în capsulele articulare și stimulați de variațiile de mișcare și de poziția oaselor în cadrul articulației;
- fusurile neuromusculare, formate din 5-10 fibre musculare modificate (fibre intrafusale), învelite într-o capsulă conjunctivă și dispuse paralel printre fibrele musculare propriu-zise (fibre extrafusale).

Fibra intrafusală are o porțiune centrală mai voluminoasă, necontractilă, care conține mulți nuclei, și porțiuni terminale striate, contractile.

Inervația senzitivă (în zona centrală) este reprezentată de terminații primare spiralate (dendrite ale neuronilor din ganglionul spinal sau din ganglionul omolog de pe traseul nervului V), iar extremitățile zonei centrale primesc terminații secundare, așa-numitele fibre „în buchet".

Inervația motorie este reprezentată de fibre nervoase cu originea în neuronii motori gamma de la nivelul coarnelor anterioare ale măduvei, care se termină sub forma *plăcilor motorii* la nivelul extremităților contractile ale fibrelor intrafusale. Motoneuronii gamma se află sub influența fibrelor extrapiramidale. În măduvă există și motoneuroni alfa, care se distribuie fibrelor extrafusale, aflându-se sub influența fibrelor piramidale - fig. 2.48.

Segmentul intermediar. Impulsurile aferente de la proprioceptorii musculo-articulari se transmit prin fibre nervoase senzitive până la măduvă, apoi spre centrii superiori, prin intermediul a două căi: căile sensibilității proprioceptive conștiente și inconștiente.

Segmentul central este situat în zona senzitivo-motorie (parieto-frontală).

Fiziologia fusului neuromuscular

Fusul neuromuscular recepționează viteza și gradul de întindere a mușchiului.

Axonii motoneuronilor gamma determină contracția capetelor fusului neuromuscular, ceea ce duce la întinderea zonei centrale și, deci, la stimularea fibrelor senzitive primare și secundare. Impulsurile de la aceste terminații ajung la motoneuronii alfa, care vor determina contracția fibrelor extrafusale. În mod obișnuit, contracția este declanșată prin impulsuri care vin concomitent prin motoneuronii alfa și gamma.

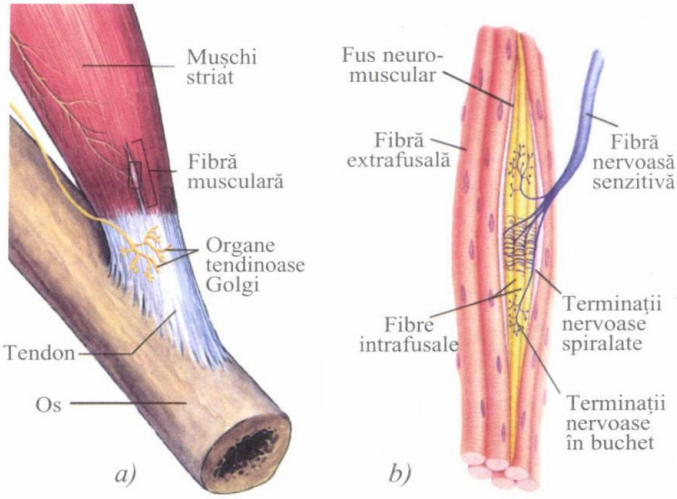


Fig. 2.47 *Proprioceptori: a) organe tendinoase Golgi b) fus neuromuscular*

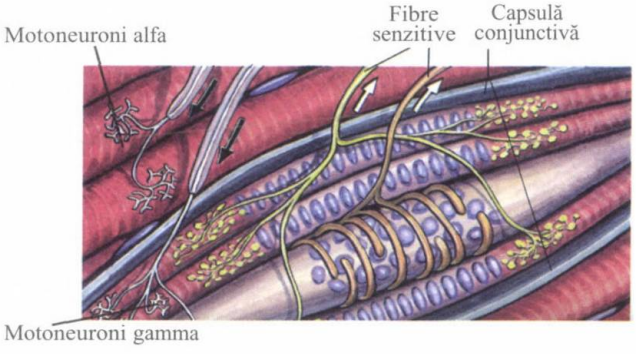


Fig. 2.48 *Inervația fusului neuromuscular*

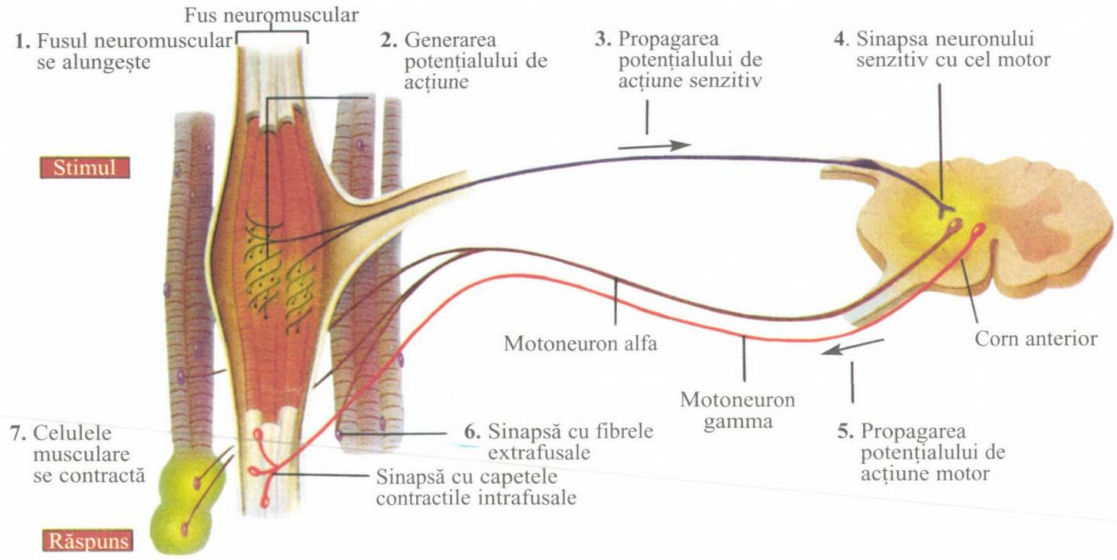


Fig. 2.49 *Fiziologia fusului neuromuscular*

● Fibrele aferente spiralate au viteză mare de conducere a impulsului nervos, fiind stimulate de modificări ale lungimii mușchiului și de viteza cu care se produc aceste modificări - fig. 2.49.

● Fibrele în buchet au viteza de conducere mai mică și sunt stimulate doar de modificarea lungimii mușchiului.

Fusul neuromuscular este singurul receptor care nu se adaptează și nu obosește.

Noțiuni de igienă și patologie

Organe	Afecțiuni	Cauze	Simptome	Prevenire
Pielea	Micoză (poate afecta și mucoasele: candidoza)	Infecție a pielii dată de unele ciuperci microscopice	Apariția pe pielea păroasă și nepăroasă a unor plăgi cu contur neregulat (perii fiind retezați)	Igiena riguroasă a pielii și îmbrăcămintei Utilizarea obiectelor de folosință personală doar de către posesor Evitarea folosirii lentilelor de contact Limitarea expunerii la soare și folosirea ochelarilor de soare de calitate Prezentarea la medic la orice semn de boală
	Piodermită	Infecție stafilococică sau streptococică	Apariția pe piele a unor leziuni purulente	
	Acnee	Infecție bacteriană stafilococică	Inflamație purulentă a foliculului pilosebaceu. Este des întâlnită acneea juvenilă, care afectează 80% din adolescenți.	
	Herpes	Infecție provocată de virusul herpetic	Vezicule în zona labială, de obicei, senzație de arsură, mâncărime	
Mucoasa nazală	Rinită	Inflamație a mucoasei nazale de natură infecțioasă, alergică	Înfundarea nasului, secreție nazală, febră, mâncărime (prurit, în cazul rinitei alergice)	
Ochiul	Cataractă	Vârsta înaintată, expunerea la radiații UV, X	Opacifierea cristalinului, diminuarea sau pierderea vederii	
	Glaucom	Drenaj defectuos al umorii apoase, care se acumulează în camera anterioară	Creșterea presiunii intraoculare, ce duce la scăderea aportului sangvin și la degradarea, iremediabilă, a nervului optic	
	Conjunctivită	Infecție a conjunctivei	Înroșirea ochiului și tumefierea (umflarea) lui	
Urechea	Otită	Infecție la nivelul urechii	Dureri, căldură și zvâcnituri locale, însoțite de secreții seropurulente	

SINTEZĂ

- Analizatorii sunt sisteme morfo-funcționale, cu rol de recepționare, conducere și analiză a informațiilor din mediul intern și extern;
- Sunt formați din trei segmente: periferic – receptorul, inclus într-un organ de simț, cu rol de a transforma energia stimulului specific în impuls nervos; de conducere – căi nervoase prin care impulsul nervos senzitiv este transmis la cortexul cerebral; central, arii corticale în care iau naștere senzații conștiente.
- Analizatorii organismului sunt: cutanat, vizual, acustico-vestibular, olfactiv, gustativ, kinestezic.

TEME

I. Răspunde la următoarele întrebări:

- Ce modificări au loc la nivelul receptorului, după ce un stimul a acționat asupra lui?
- De ce este considerată pielea un organ?
- De ce unele mirosuri pot evoca amintiri sau emoții?

II. Completează următorul tabel:

Vicii de refracție	Locul de focalizare	Cauza	Corectare

III. Adevărat sau fals?

- Chemoreceptorii sunt situați la nivelul mucoasei olfactive și linguale.
- Proprioceptorii sunt receptori de tip mecanic.
- Protoneuronul căii auditive se află în punte.

IV. Alege răspunsul corect:

- Un autobuz care se apropie de stație va fi văzut primul de un: a) miop; b) hipermetrop; c) emetrop; d) de niciunul.
- Perceperea gustului dulce este realizată la: a) baza limbii; b) pe laterale; c) la vârf; d) oriunde.

V. Numerotează următoarele noțiuni, după ordinea în care sunt străbătute de razele de lumină:
pupilă, retină, umoarea apoasă, umoarea sticloasă, cristalin, cornee.

VI. Să se calculeze capacitatea de refracție a globului ocular (care se măsoară în dioptrii), știind că acesta reprezintă inversul distanței focale, exprimată în metri.

VII. Realizează un eseu structurat cu tema „Căile ascendente", după următorul plan: receptori, căi specifice, căi nespecifice, proiecție.

Activitate în perechi • Formulați o ipoteză

- Dacă privim un text printr-o sită, fibrele sitei și literele nu vor fi clare concomitent. Din ce cauză?

Aplicații practice

- Evidențierea amprentelor

Pune o substanță colorată pe un deget și apoi apasă pe o foaie de hârtie. Ce constați?

- *Evidențierea reflexului pupilar fotomotor.

Acoperă cu mâna un ochi al colegului, care cu celălalt ochi va privi o sursă de lumină. După un minut, ia mâna de la ochiul pe care l-ai acoperit și compară dimensiunile pupilelor. Cum explici diferențele constatate?

- Legați-vă la ochi și încercați să mergeți drept. Ce constatați? Care este explicația?
- Câmpul vizual reprezintă spațiul care poate fi cuprins privind cu un singur ochi, fără a-l deplasa.

Determinați-vă câmpul vizual astfel:

– desenați pe tablă roza vânturilor, cu punctul de intersecție la înălțimea ochilor, punct care va fi privit cu un singur ochi, de la distanța de 25 cm;

– un coleg deplasează o bucată de cretă pe fiecare linie, de la exterior spre punctul de intersecție;

– momentul în care vedeți creta se marchează cu „X" pe fiecare linie;

– uniți punctele marcate și obțineți, astfel, perimetrul câmpului vizual al ochiului respectiv, câmp monocular;

– repetați determinările și pentru celălalt ochi. Veți constata că există o zonă comună, în care cele două câmpuri vizuale se suprapun, numită câmp binocular (care dă posibilitatea vederii stereoscopice).

- Evidențierea acuității tactile.

- solicitați unui coleg să închidă ochii și să anunțe câte puncte de contact simte la atingerea pielii cu vârfurile unui compas. Variați distanța între vârfurile compasului și explorați cu grijă fața, mâna, vârful degetelor;
- pipăiți o bilă mică, așa cum vedeți în figura alăturată, și apoi explicați formarea iluziei tactile. Ce concluzii se pot desprinde în legătură cu densitatea receptorilor?

- Evidențierea sensibilității termice:

- țineți în mână două obiecte, unul metalic și altul din lemn, care au stat la o temperatură mai ridicată decât a corpului. Obiectul din metal pare mai cald decât cel din lemn. Introduceți obiectele în frigider și apoi țineți-le în mână. Obiectul din metal pare mai rece. Explicați de ce.

Interpretați rezultatele privind capacitatea de diferențiere termică a tegumentului, care poate fi făcută numai în mod comparativ de „mai cald" sau „mai rece";

- *Evidențierea reflexului cornean:

Atingeți suprafața corneei (la ochiul de broască), cu un fir de păr sau cu un obiect ascuțit. Veți observa că pleoapele se închid și că se produce retracția bulbului ocular. Interpretați rezultatele obținute.

c) GLANDELE ENDOCRINE

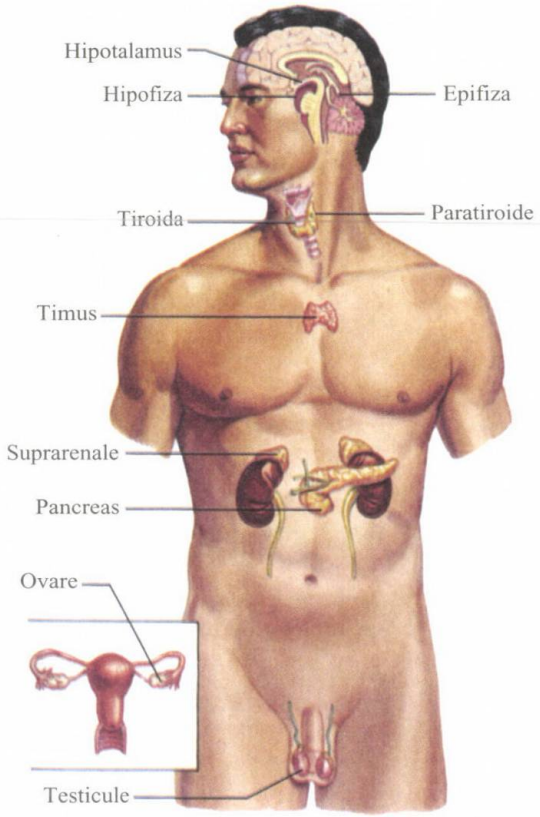


Fig.2.50 *Glandele endocrine*

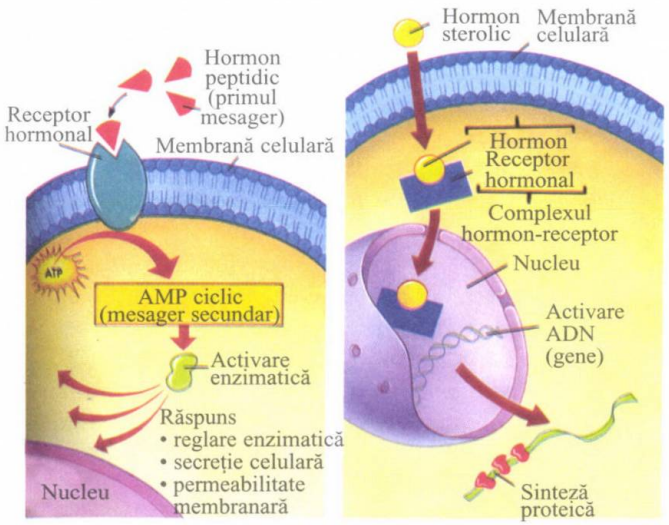


Fig. 2.51 *Acțiunea hormonilor la nivel celular*

Compară mecanismele de recepție și acțiune a celor două tipuri de hormoni.

AMINTEȘTE-ȚI

- Care sunt glandele endocrine?
- Cum se numește produsul lor de secreție?
- Care este rolul hormonilor în organism?

Funcționarea armonioasă a organismului, precum și adaptarea acestuia la condițiile mereu schimbătoare ale mediului se realizează prin acțiunea combinată a sistemului nervos cu cel endocrin. Glandele endocrine sunt reprezentate de: hipofiză, epifiză, tiroidă, paratiroide, suprarenale, gonadele și pancreasul (componentele endocrine ale celor două glande mixte) - fig. 2.50.

Glandele endocrine controlează metabolismul, balanța energetică, homeostazia, creșterea, compoziția sângelui, a limfei etc. Produsul de secreție al glandelor endocrine se numește *hormon* și se eliberează direct în sânge sau în limfă, ajungând la organul căruia îi este destinat (organ-țintă,) inhibându-i sau stimulându-i activitatea.

Dacă un hormon și-a îndeplinit rolul, atunci el este inactivat de către celula-țintă sau ajunge în ficat, unde este degradat. Noțiunea de hormon a fost extinsă și la mediatorii chimici, dar și la alte substanțe rezultate din metabolismul celular, cunoscute sub numele de *hormoni locali,* cum ar fi:

– serotonina;

– histamina;

– sistemul renină-angiotensină. În plus, există și alte organe care, în afara funcției lor principale, au și rol endocrin (stomacul, duodenul, rinichiul). De aceea se vorbește despre un sistem endocrin, acesta fiind un sistem anatomo-funcțional complex.

Hormonii acționează prin intermediul unor receptori specifici - fig. 2.51.

Din punct de vedere chimic, hormonii produși de glandele endocrine se clasifică în:

- sterolici (hormonii corticosuprarenalelor și ai gonadelor);
- polipeptidici (hormonii hipofizari, pancreatici, paratiroidieni);
- catecolaminici (hormonii tiroidieni și medulosuprarenalieni).

Receptorii hormonali, după localizare, pot fi membranari, citoplasmatici și nucleari. De exemplu, hormonii peptidici au receptori membranari, iar cei sterolici au receptori citoplasmatici sau nucleari.

Hormonii asigură controlul funcțiilor metabolice concomitent cu reglarea nervoasă sau ulterior acesteia, dar în mod mai lent.

Hipofiza

Cunoscută și sub numele de *glanda pituitară*, hipofiza este considerată creierul endocrin al organismului. Este situată la baza encefalului - fig. 2.52, în șaua turcească a osului sfenoid și este legată de hipotalamus prin tija pituitară. Hipofiza este alcătuită din trei lobi: *anterior* (adenohipofiza), cel mai mare (75%), lobul *intermediar* (2%) și lobul *posterior* (23%).

Lobul anterior este legat de hipotalamus prin sistemul porthipofizar, care începe la baza hipotalamusului, prin capilarele primare. Acestea formează venele portale, ce ajung în lobul anterior, unde se capilarizează, formând capilarele secundare. Sistemul porthipofizar este situat în lungul tijei pituitare - fig. 2.53.

Adenohipofiza secretă două tipuri de hormoni - fig. 2.54:

– nonglandulotropi, care acționează asupra țesuturilor periferice;

– glandulotropi, care acționează asupra altor glande.

Hormonii nonglandulotropi sunt reprezentați de:

- *hormonul somatotrop* (STH), numit și hormon de creștere, care intervine alături de alți hormoni în creșterea organismului, a oaselor lungi, în sinteza proteinelor și în cetogeneză; are și rol hiperglicemiant;

Hipersecreția de STH în copilărie duce la *gigantism*; la maturitate determină *acromegalia* caracterizată prin mărirea extremităților și viscerelor (cartilajele de creștere fiind deja osificate).

Hiposecreția de STH în copilărie determină *nanismul* (piticismul) hipofizar, cu dezvoltare fizică proporționată și dezvoltare psihică normală.

- *prolactină,* hormon care stimulează dezvoltarea glandelor mamare și secreția de lapte.

Hormonii glandulotropi sunt reprezentați de:

- *hormonul tireotrop* (TSH) sau tireotropina care stimulează secreția și dezvoltarea tiroidei;
- *hormonul adenocorticotrop* (ACTH) sau corticotropina, care stimulează secreția (în special a hormonilor glucocorticoizi) și dezvoltarea glandelor corticosuprarenale;
- *hormonii gonadotropi* sau gonadotropinele, care reglează activitatea gonadelor, atât la bărbat cât și la femeie: *hormonul luteinizant* - LH, care stimulează formarea corpului galben de către ovare și secreția de testosteron de către testicule, și *hormonul foliculostimulant* (FSH), care stimulează formarea gameților.

Lobul intermediar sau mijlociu secretă *hormonul melanocitostimulant* (MSH), care stimulează melanocitele să sintetizeze melanină.

Lobul posterior, împreună cu tractul hipotalamo-hipofizar, formează neurohipofiza.

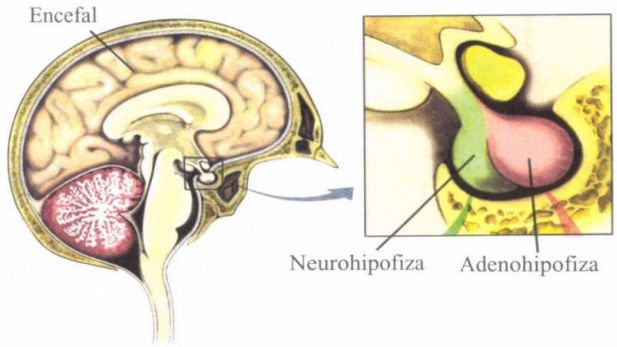


Fig. 2.52 *Localizarea hipofizei*

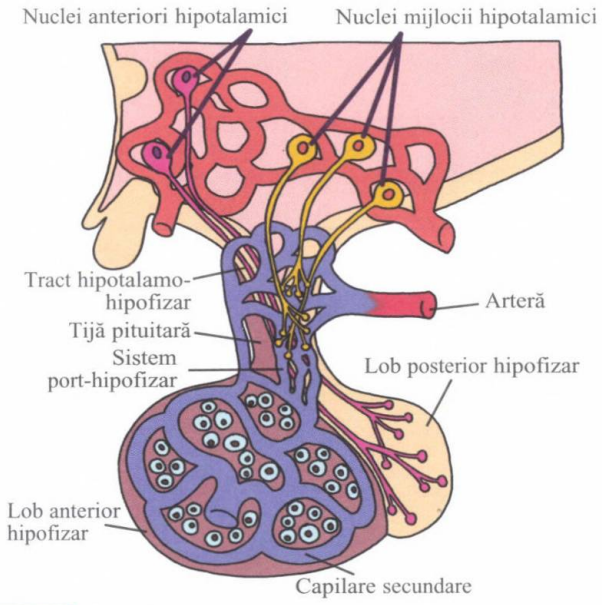


Fig. 2.53 *Hipofiza*

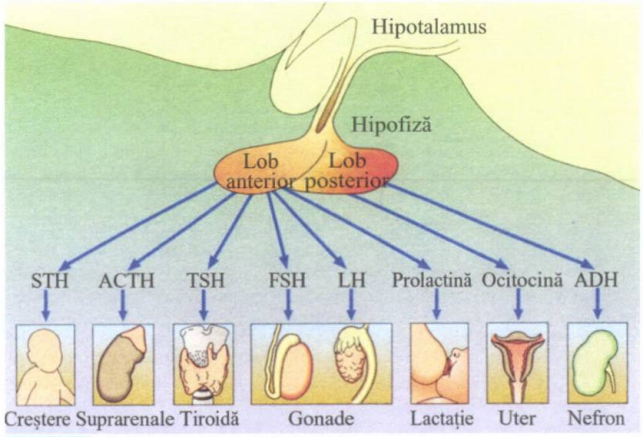


Fig. 2.54 *Hormoni hipofizari*

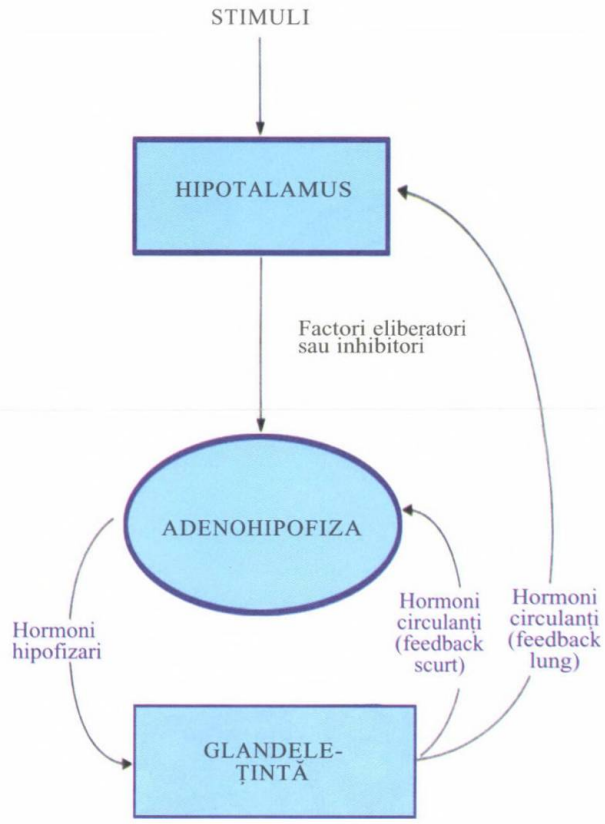


Fig. 2.55 *Mecanismul general de reglare a secreției hipofizare*

Descrie mecanismul de reglare prin feedback a hormonilor adenohipofizari.

Tractul este format din axonii neuronilor din nucleii anteriori hipotalamici, fiind inclus în tija pituitară. Nucleii anteriori secretă doi hormoni care se depozitează în hipofiza posterioară - fig. 2.55:

- *vasopresina* sau hormonul antidiuretic (ADH), care stimulează reabsorbția apei la nivelul nefronilor;

Hiposecreția de ADH duce la scăderea diurezei și la creșterea tensiunii arteriale.

Hipersecreția de ADH duce la apariția *diabetului insipid*, manifestat prin: poliurie (eliminarea unei cantități foarte mari de lichide prin urină); polidipsie (ingestia unor cantități foarte mari de lichide).

- *ocitocina* intervine în expulzarea fătului în timpul travaliului, prin creșterea frecvenței contracțiilor musculaturii netede a uterului gravid, precum și în eliminarea laptelui din celulele galactofore ale glandelor mamare.

*Activitatea hipofizei se află sub controlul nervos al nucleilor mijlocii hipotalamici, care produc *factori eliberatori* (RF) și *factori inhibitori* (IF), ce stimulează sau inhibă producția de hormoni. Hipofiza este supusă și unui control umoral de feedback negativ, realizat de hormonii produși de glandele a căror activitate o reglează. Creșterea concentrației unui hormon eliberat de o glandă-țintă a hipofizei îi inhibă activitatea acesteia, ceea ce atrage scăderea activității glandei-țintă. Mecanismul de reglare poate fi și pozitiv, caz în care se obține o creștere a răspunsului.

- În caz de insuficiență globală hipofizară apare *cașexia*, manifestată prin: anemie, slăbire în greutate, astenie fizică și psihică, bradicardie, hipotensiune arterială marcantă.

Tiroida

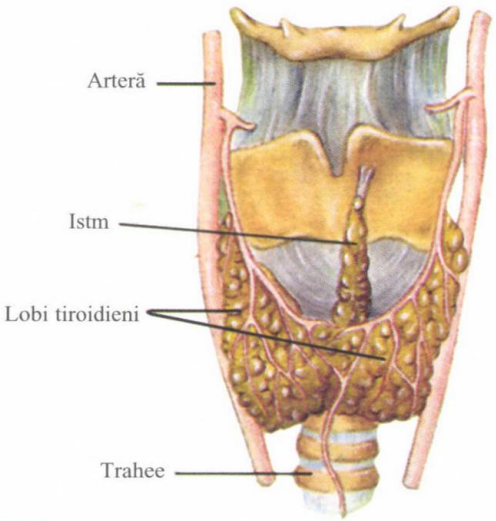


Fig. 2.56 *Glanda tiroidă*

Situată în partea anterioară a laringelui și traheii, într-o lojă fibroasă, tiroida este considerată cea mai mare glandă endocrină a organismului uman (25-30 g). Ea este formată din doi lobi, uniți median prin istmul tiroidian - fig. 2.56.

Este acoperită la exterior de un înveliș fibros, bogat vascularizat, care trimite în interior septuri ce împart lobii glandulari în lobuli.

Lobulii sunt alcătuiți din parenchim glandular, ce conține celule glandulare grupate în foliculi (asemănători unor vezicule).

Foliculii sunt mărginiți de celule epiteliale ce secretă un coloid alcătuit din mai multe proteine, principală fiind tiroglobulina, care reprezintă un depozit de hormoni.

Prin iodarea aminoacidului tirozină din structura tiroglobulinei, sub influența TSH-ului hipofizar, se

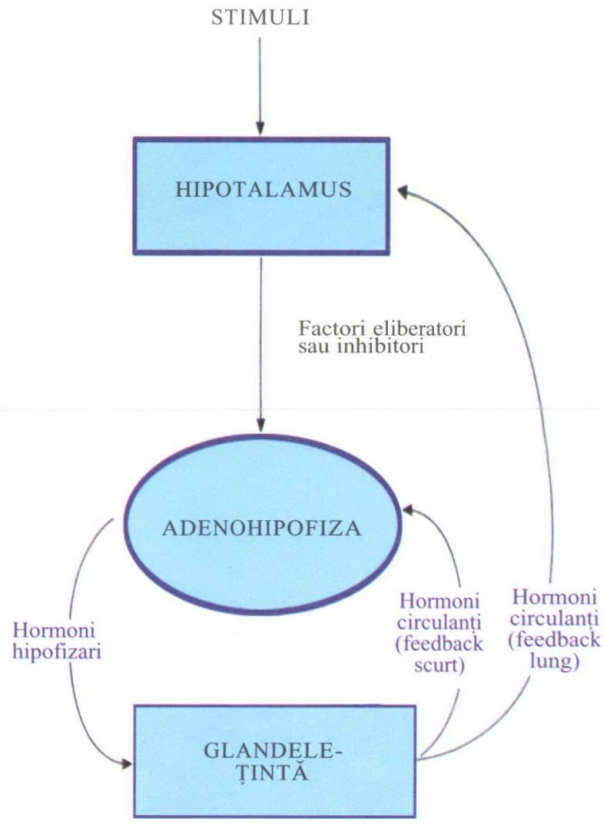


Fig. 2.55 *Mecanismul general de reglare a secreției hipofizare*

Descrie mecanismul de reglare prin feedback a hormonilor adenohipofizari.

Tractul este format din axonii neuronilor din nucleii anteriori hipotalamici, fiind inclus în tija pituitară. Nucleii anteriori secretă doi hormoni care se depozitează în hipofiza posterioară - fig. 2.55:

- *vasopresina* sau hormonul antidiuretic (ADH), care stimulează reabsorbția apei la nivelul nefronilor;

Hiposecreția de ADH duce la scăderea diurezei și la creșterea tensiunii arteriale.

Hipersecreția de ADH duce la apariția *diabetului insipid*, manifestat prin: poliurie (eliminarea unei cantități foarte mari de lichide prin urină); polidipsie (ingestia unor cantități foarte mari de lichide).

- *ocitocina* intervine în expulzarea fătului în timpul travaliului, prin creșterea frecvenței contracțiilor musculaturii netede a uterului gravid, precum și în eliminarea laptelui din celulele galactofore ale glandelor mamare.

*Activitatea hipofizei se află sub controlul nervos al nucleilor mijlocii hipotalamici, care produc *factori eliberatori* (RF) și *factori inhibitori* (IF), ce stimulează sau inhibă producția de hormoni. Hipofiza este supusă și unui control umoral de feedback negativ, realizat de hormonii produși de glandele a căror activitate o reglează. Creșterea concentrației unui hormon eliberat de o glandă-țintă a hipofizei îi inhibă activitatea acesteia, ceea ce atrage scăderea activității glandei-țintă. Mecanismul de reglare poate fi și pozitiv, caz în care se obține o creștere a răspunsului.

- În caz de insuficiență globală hipofizară apare *cașexia*, manifestată prin: anemie, slăbire în greutate, astenie fizică și psihică, bradicardie, hipotensiune arterială marcantă.

Tiroida

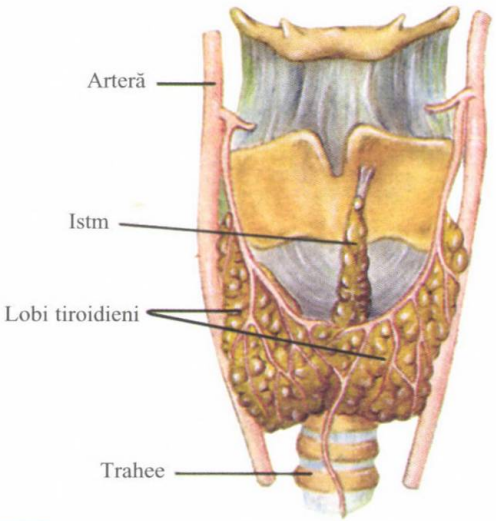


Fig. 2.56 *Glanda tiroidă*

Situată în partea anterioară a laringelui și traheii, într-o lojă fibroasă, tiroida este considerată cea mai mare glandă endocrină a organismului uman (25-30 g). Ea este formată din doi lobi, uniți median prin istmul tiroidian - fig. 2.56.

Este acoperită la exterior de un înveliș fibros, bogat vascularizat, care trimite în interior septuri ce împart lobii glandulari în lobuli.

Lobulii sunt alcătuiți din parenchim glandular, ce conține celule glandulare grupate în foliculi (asemănători unor vezicule).

Foliculii sunt mărginiți de celule epiteliale ce secretă un coloid alcătuit din mai multe proteine, principală fiind tiroglobulina, care reprezintă un depozit de hormoni.

Prin iodarea aminoacidului tirozină din structura tiroglobulinei, sub influența TSH-ului hipofizar, se

formează hormonii tiroidieni:

– **tiroxina** (T4 - tetraiodotironina);

– **triiodotironina** (T3).

Cei doi hormoni au efecte identice, dar triiodotironina este mai activă și acționează mai rapid.

Hormonii tiroidieni asigură următoarele funcții:

- creșterea și dezvoltarea organismului uman;
- intensifică eliminările de azot din organism și catabolismul proteinelor;
- activează lipazele și mecanismele hepatice care înlătură colesterolul din sânge;
- stimulează activitatea gonadelor;
- determină iritabilitatea, neliniștea;
- au efect calorigen, manifestat prin creșterea metabolismului bazal, a consumului de oxigen și a oxidărilor celulare.

Printre foliculi se găsesc celulele parafoliculare - fig. 2.57-, care secretă mici cantități de *calcitonină*.

* În condiții obișnuite, activitatea glandei tiroide este coordonată de adenohipofiză prin secreția de TSH, în funcție de concentrația tiroxinei din sânge.

* Dacă organismul are nevoie de mai multă tiroxină (frig, stimuli psihici), intervine mecanismul nervos hipotalamic, ce determină producerea hormonului eliberator de tirotropină (TRH); acesta ajunge la adenohipofiză prin intermediul sângelui și determină secreția TSH, ce va determina la rândul lui secreție de tiroxină de către tiroidă.

Hipersecreția de hormoni tiroidieni duce la apariția *bolii Basedow-Graves*, manifestată prin: gușă (mărirea volumului glandei), exoftalmie - fig. 2.59 (globi oculari proeminenți), nervozitate, pierdere în greutate, hiperfagie, intoleranță la căldură.

* În situații opuse (căldură, de exemplu), efectul inhibitor se realizează printr-un mecanism de feedback negativ ce duce la scăderea secreției de TRH, TSH și a hormonilor tiroidieni - fig. 2.58.

Hiposecreția de hormoni tiroidieni:

• în copilărie determină încetinirea dezvoltării psihosomatice, însoțită de *nanism* și deficit intelectual (mergând până la cretinism);

• la adult se manifestă prin *mixedem* (reținere de lichide în țesuturi), lentoare psiho-motorie, creștere în greutate, căderea părului.

Și în copilărie și la maturitate hiposecreția este însoțită de gușă (glanda încercând să compenseze deficitul hormonal) - fig. 2.60.

Gușa endemică reprezintă mărirea în volum a glandei, ca o consecință a lipsei iodului din apă și alimente. Este considerată endemică deoarece cuprinde peste 10% din populația zonelor în care aportul de iod este scăzut (cum sunt cele subcarpatice). Este așadar o boală geoclimatică.

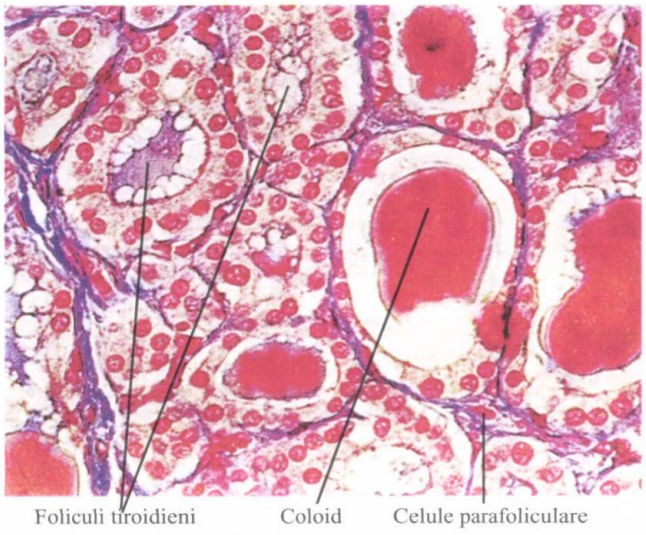


Fig. 2.57 *Structura microscopică a tiroidei*

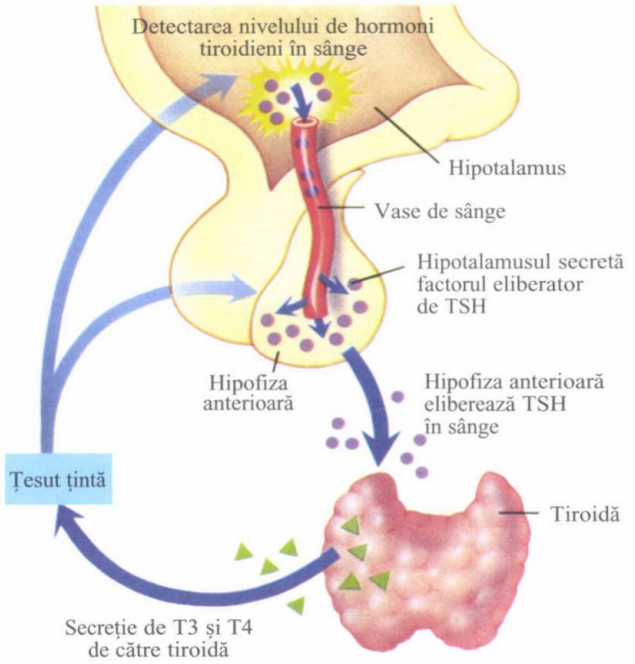


Fig. 2.58 *Reglarea activității tiroidei*

Descrie mecanismul de reglare a activității tiroidiene.

Fig. 2.59 *Exoftalmie*

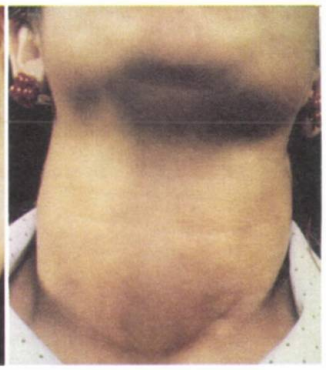


Fig. 2.60 *Gușă*

Pancreasul endocrin

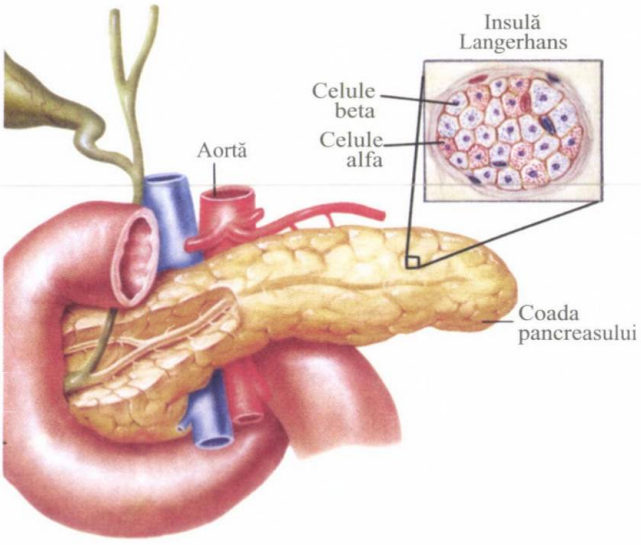


Fig. 2.61 *Pancreasul*

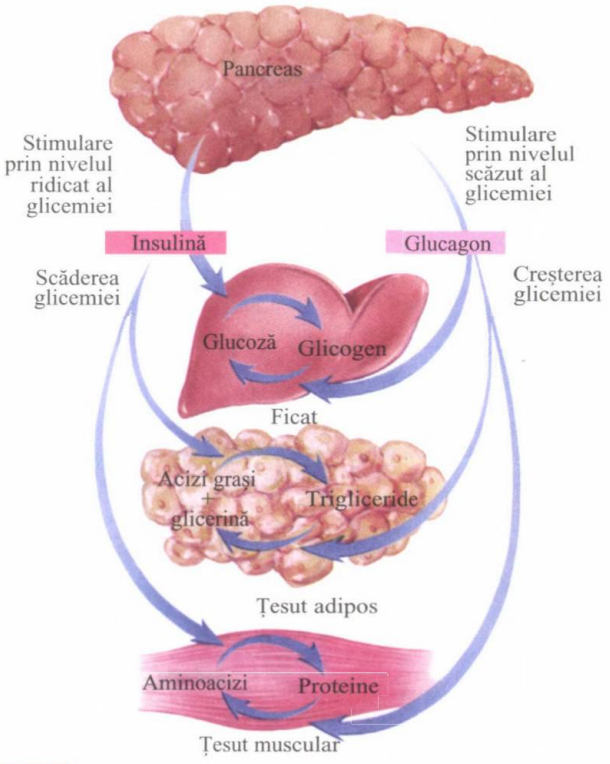


Fig. 2.62 *Reglarea secreției hormonilor pancreatici*

Descrie mecanismul de reglare a secreției hormonilor pancreatici.

Pancreasul endocrin este reprezentat din punct de vedere structural de *insulele Langerhans*, formațiuni celulare lipsite de canal excretor și bogat vascularizate. Insulele Langerhans - fig. 2.61 - sunt alcătuite din două tipuri de celule importante:

– *celule beta,* ce reprezintă 70% din masa glandulară și care secretă *insulină;*

– *celule alfa,* care reprezintă 20% din masa glandulară și care secretă *glucagon.*

Insulina, hormonul hipoglicemiant cel mai important al organismului, are ca acțiuni:

– creșterea gradului de utilizare a glucozei de către celule (stimulează oxidarea celulară a glucozei);

– depunerea glucozei sub formă de glicogen (glicogeneză) în mușchi;

– transformarea glucidelor în lipide (lipogeneză) în ficat și țesutul adipos;

– stimularea sintezei proteice.

Hipersecreția de insulină determină: hipoglicemie (cu consecințe, în special, asupra sistemului nervos, care nu face depozite glucidice), tremurături, transpirații, tahicardie, chiar comă.

Hiposecreția de insulină duce la diabet zaharat, care se manifestă prin: hiperglicemie, poliurie, polifagie, polidipsie, chiar comă.

• Diabetul apărut la copii și tineri este de obicei insulino-dependent (tipul I).

• La adulți, este insulino-independent (tipul II), apărând la persoane supraponderale, predispuse genetic.

Glucagonul, hormon pancreatic secretat și de duoden, are acțiune antagonică insulinei. Dispare mai repede din sânge comparativ cu insulina, fiind degradat în diferite țesuturi, în mod special în ficat.

Glucagonul:

– *stimulează gluconeogeneza* (sinteza glucidelor din compuși neglucidici) din aminoacizi;

– exercită efect *lipolitic* (degradează lipidele sub acțiunea lipazelor, pe care le și activează în celulele adipoase);

– provoacă hiperglicemie prin *glicogenoliză hepatică* (descompunerea enzimatică a glicogenului în glucoză).

*Reglarea secreției de hormoni pancreatici este determinată de nivelul glicemiei - fig. 2.62.

Există și o reglare nervoasă, coordonată de hipotalamus, prin SNV parasimpatic (care stimulează secreția de insulină) și simpatic (care stimulează sinteza de glucagon).

Glandele suprarenale

Glandele suprarenale sunt în număr de două și sunt situate la polul superior al rinichilor. Fiecare dintre ele este alcătuită din două zone diferite ca origine, structură și funcție:

– *zona corticală* (corticosuprarenala), de origine mezodermică;

– *zona medulară* (medulosuprarenala), de origine ectodermică.

Corticosuprarenala reprezintă zona periferică a glandei - fig. 2.63 - și secretă trei categorii de hormoni *steroizi* (pe bază de colesterol):

- **mineralocorticoizi** (aldosteron), care acționează la nivelul rinichilor, stimulând reabsorbția apei și a sodiului și eliminarea potasiului.

*Reglarea secreției se face: prin ACTH (care stimulează 20% din secreția de aldosteron); prin scăderea concentrației de Na^+ sau creșterea concentrației de K^+ din sânge; prin scăderea presiunii osmotice și a volumului sangvin.

**Hipersecreția de aldosteron* duce la apariția *bolii Conn*, în care apar: tulburări cardiovasculare, poliurie, polidipsie, tulburări neuromusculare.

- **glucocorticoizi** (cortizol), cu rol hiperglicemiant, hiperlipemiant, de stimulare a catabolismului proteic și eliminare a excesului de apă.

*Reglarea secreției de hormoni glucocorticoizi este realizată de sistemul hipotalamo-hipofizar, prin mecanism de feedback negativ.

Hipersecreția de cortizol produce *sindromul Cushing*, manifestat prin: adipozitate, hirsutism (pilozitate) corporal, tulburări cardiovasculare, gonadale și psihice, osteoporoză.

- **hormoni sexosteroizi,** care influențează dezvoltarea sexuală. Aceștia sunt reprezentați de două grupe de hormoni:

– *androgeni,* asemănători celor secretați de testicul;

– *estrogeni,* asemănători celor secretați de ovare.

Acești hormoni influențează apariția caracterelor sexuale secundare în timpul pubertății.

**Hipersecreția de hormoni sexosteroizi* duce la apaiția *sindromului suprarenogenital*:

• la copii determină stoparea creșterii și pubertate precoce;

• la femei determină fenomene de virilizare (masculinizare);

• la bărbați determină fenomene de feminizare.

**Insuficiența globală* a corticosuprarenalei duce la apariția *bolii Addison*, care se manifestă prin: hiperpigmentarea tegumentelor și mucoaselor (de unde și numele de «boala bronzantă»), astenie fizică și psihică, hipotensiune, tulburări digestive, neuropsihice.

Medulosuprarenala reprezintă zona centrală a glandei - fig. 2.64, alcătuită din neuroni simpatici postganglionari, mari, care își pierd axonii și dobândesc proprietăți secretorii.

Medulosuprarenala secretă *adrenalină* și *noradrenalină*, hormoni care acționează asemănător stimulării simpatice: introduc glucoza în fluxul sangvin, cresc bătăile cardiace și frecvența respiratorie, produc iritabilitate nervoasă. Adrenalina acționează în special pe metabolismul energetic, intervenind în situații neobișnuite; noradrenalina are acțiuni vasculare mai intense (vasoconstricție), intervenind în stresul emoțional, cu care organismul este familiarizat.

*Reglarea secreției medulosuprarenalei este realizată exclusiv pe cale nervoasă (de centrii ai SNC, ale căror impulsuri ajung la medulosuprarenală prin colaterale desprinse din nervul splanhnic).

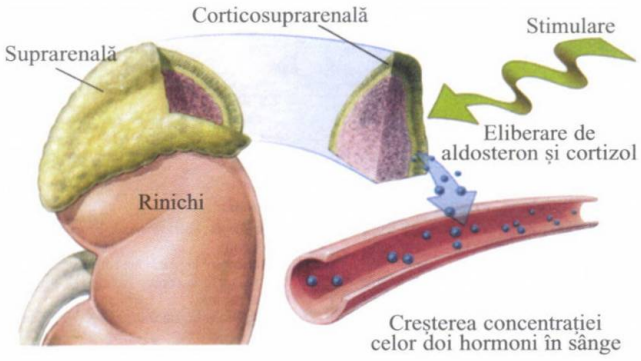


Fig. 2.63 *Corticosuprarenala*

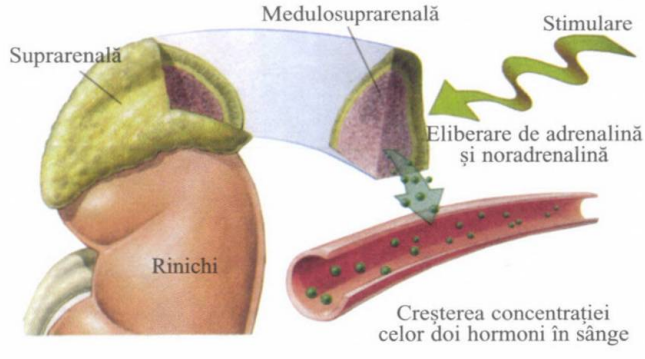


Fig. 2.64 *Medulosuprarenala*

Gonadele

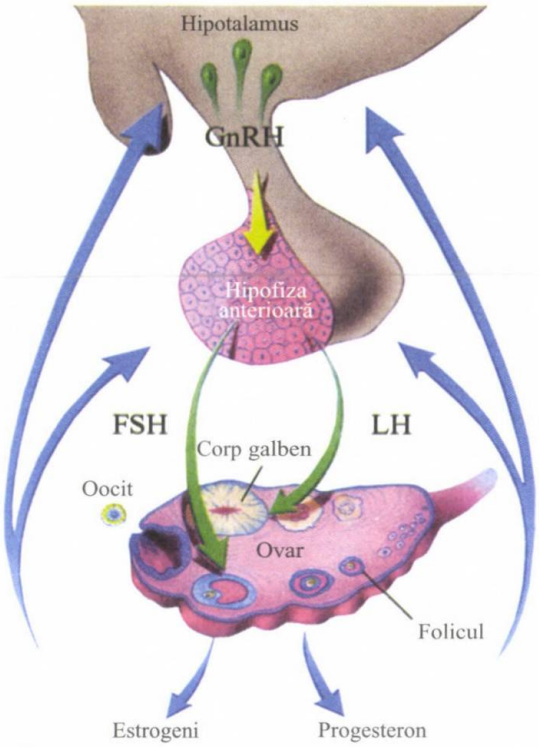


Fig. 2.65 *Structura ovarului și reglarea activității ovariene*

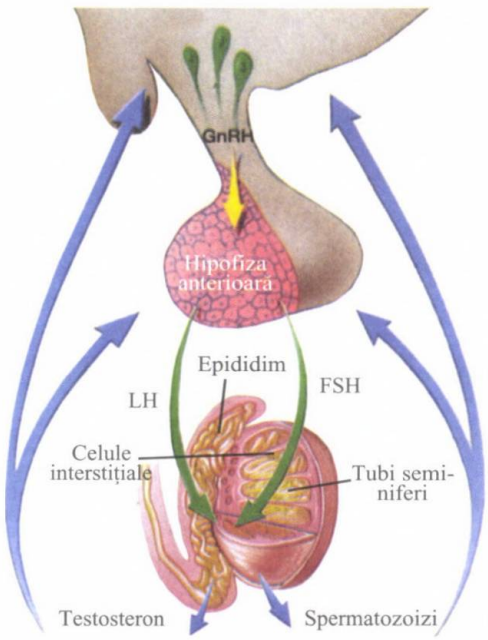


Fig. 2.66 *Structura testicului și mecanismul de reglare a activității testiculare*

Descrie mecanismele de reglare a secreției de hormoni gonadali.

Ovarul endocrin

Gonada feminină este situată în pelvis, partea endocrină fiind reprezentată de *foliculii de Graaf* și *corpii galbeni*. În prima parte a ciclului ovarian sunt activi foliculii, care secretă hormoni estrogeni, iar în a doua parte este activ corpul galben, care secretă progesteron.

- Estrogenii determină: proliferarea mucoasei și a musculaturii uterine, apariția caracterelor sexuale secundare, reglarea activității sexuale și regenerarea mucoasei uterine postmenstrual. Estrogenii mai sunt secretați și de celulele corpului galben, de corticosuprarenale, iar la gravide, și de placentă.
- Progesteronul pregătește uterul pentru nidație, determinând îngroșarea mucoasei uterine. Mai este secretat și de corpul galben și placentă.

Ovarul secretă și mici cantități de testosteron. Sinteza hormonilor ovarieni se intensifică la pubertate.

*Reglarea secreției de hormoni ovarieni se desfășoară sub acțiunea FSH-ului hipofizar, care determină maturarea foliculilor ovarieni, și sub influența LH-ului, fiind sub controlul nucleilor mijlocii hipotalamici. Cei doi hormoni determină ovulația și formarea corpului galben - fig. 2.65. Aceste acțiuni sunt ciclice, repetându-se la 28 de zile, și sunt cunoscute sub numele de *ciclu ovarian*. Acesta are două faze: foliculară și luteală, separate de ovulație, fiind sub controlul nucleilor mijlocii hipotalamici. Ciclul ovarian este corelat cu cel uterin - fig. 2.67.

Testiculul

Gonada masculină este situată în scrot, unde coboară din abdomen înainte de naștere. Ca și ovarul, îndeplinește două funcții: spermatogenetică și secreția de hormoni. Funcția endocrină este realizată de celulele interstițiale Leydig, dispuse în țesutul conjunctiv din jurul tubilor seminiferi (componenta exocrină). Hormonii produși sunt testosteronul și mici cantități de estrogeni.

Testosteronul influențează următoarele procese: creșterea și dezvoltarea organelor genitale, apariția caracterelor sexuale secundare, distribuția caracteristică a pilozității, îngroșarea vocii, creșterea scheletului și a masei musculare, sinteza proteinelor.

*Reglarea secreției de testosteron se face prin intermediul LH-ului hipofizar (FSH-ul influențează spermatogeneza). Creșterea concentrației plasmatice a testosteronului determină, prin feedback negativ, inhibarea secreției de LH, mecanism controlat de nucleii mijlocii hipotalamici - fig. 2.66.

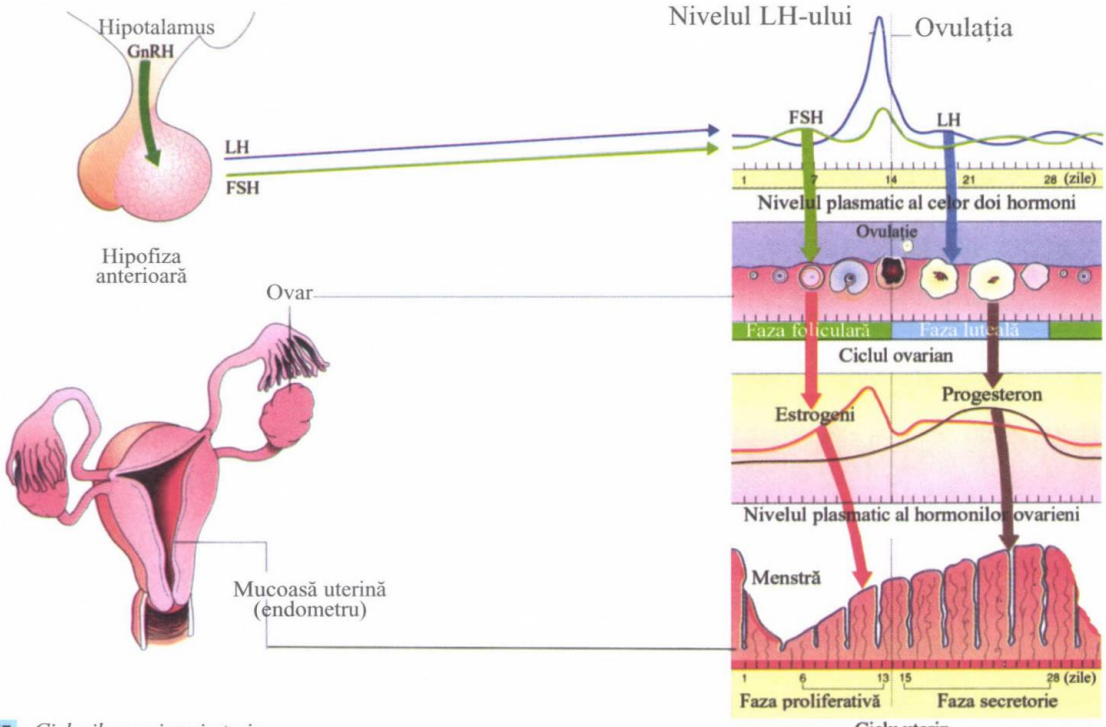


Fig. 2.67 *Ciclurile ovarian și uterin*

Descrie corelația dintre ciclul ovarian și cel uterin.

*Paratiroidele

Situate pe fața posterioară a glandei tiroide, paratiroidele sunt în număr de patru, două superioare și două inferioare - fig. 2.68.

Hormonii secretați de paratiroide sunt esențiali în menținerea echilibrului fosfocalcic al organismului. Cei doi hormoni, *parathormonul* și *calcitonina,* au următoarele acțiuni:

- **Parathormonul** are ca efect creșterea calcemiei și scăderea fosfatemiei, producând demineralizarea osoasă.

Hipersecreția de parathormon duce la apariția *bolii Recklinghausen,* manifestată prin: decalcifieri osoase, urmate de deformări și fracturi; depuneri fosfo-calcice în țesuturile moi; formare de calculi urinari.

Hiposecreția de parathormon produce *tetanie*, manifestată prin: hipocalcemie, hiperfosfatemie, spasme ale musculaturii striate și netede (uneori).

- **Calcitonina** are ca efect scăderea calcemiei și creșterea fosfatemiei, determinând mineralizarea normală a oaselor.

*Secreția de hormoni paratiroidieni se realizează prin mecanism feedback, în funcție de concentrația calciului ionizat din sânge și secundar, în funcție de concentrația fosfaților din sânge, care acționează direct asupra paratiroidelor.

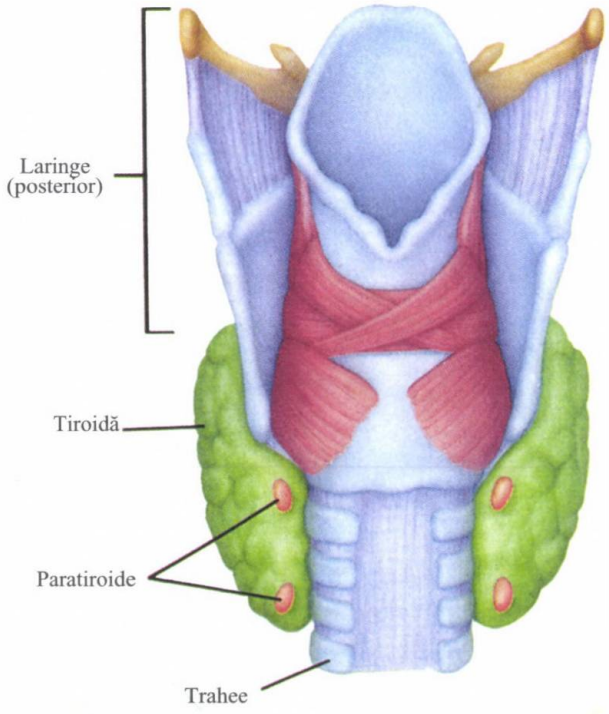


Fig. 2.68 *Glandele paratiroide*

*Epifiza

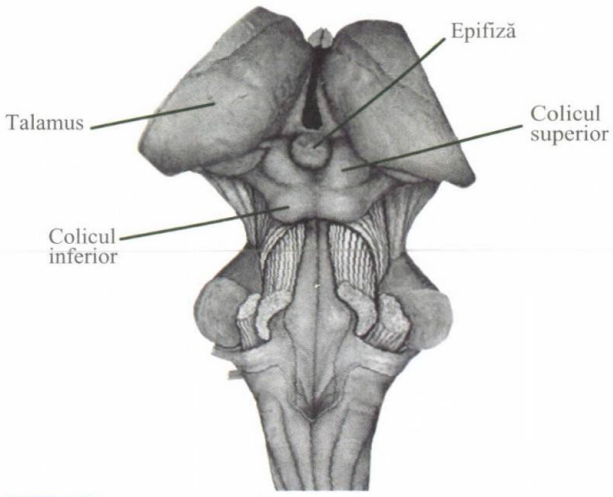


Fig. 2.69 *Localizarea epifizei*

Este cunoscută și sub numele de **glanda pineală** (având forma unui con de pin).

Este localizată în partea posterioară a diencefalului, între coliculii cvadrigemeni superiori - fig. 2.69. Epifiza este acoperită de o capsulă, iar stroma ei conține celule gliale cu rol secretor, fibre vegetative simpatice, care au legătură cu retina, fibre de reticulină și celule epiteliale.

Hormonul activ al glandei este considerat a fi *melatonina,* fiind secretat sub influența ritmului circadian: întunericul stimulează secreția, iar lumina o inhibă.

Melatonina are efect inhibitor asupra eliberării hormonilor gonadotropi hipofizari (FSH și LH) și, de aceea, în lipsa ei apare pubertatea precoce.

Glanda atinge dezvoltarea maximă în perioada copilăriei și începe să involueze înainte de pubertate (fără sa-și înceteze activitatea de-a lungul vieții).

*Timusul

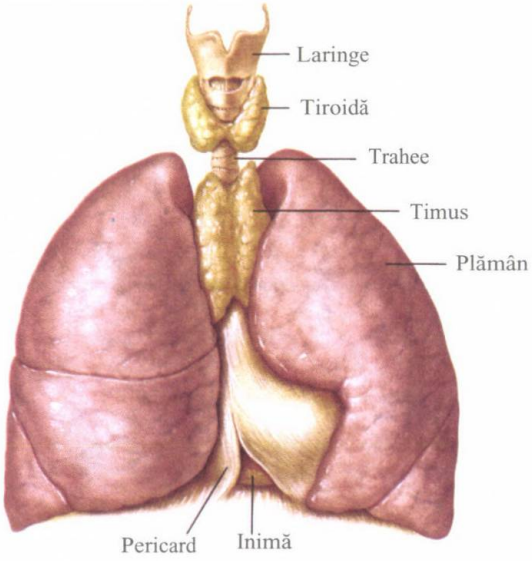


Fig. 2.70 *Localizarea timusului*

Timusul sau glanda copilăriei este situat retrosternal, în mediastin (spațiul dintre cei doi plămâni) - fig. 2.70.

După pubertate involuează treptat, rămânând un organ limfoid.

Este alcătuit din lobi, iar lobii, din lobuli, aceștia având o *zonă corticală* formată dintr-o rețea conjunctivă de susținere, în ochiurile căreia se găsesc timocite și o *zonă medulară* cu aceeași structură, dar care are grupări de celule dispuse concentric în jurul unei celule centrale.

Celulele timice se numesc *timocite* și au migrat din măduva hematogenă în timus, unde se transformă în celule formatoare de limfocite.

Timusul este un organ cu dublu rol:

- imunitar, reprezentat de formarea și maturarea limfocitelor T;
- endocrin, reprezentat de sinteza unor substanțe proteice cu activitate de tip hormonal, implicate în frânarea dezvoltării gonadelor și în stimularea mineralizării osoase.

SINTEZĂ

- Sistemul endocrin elaborează hormoni, substanțe care se eliberează în sânge sau în limfă.
- Hormonii acționează asupra organelor-țintă, stimulându-le sau inhibându-le activitatea.
- Glandele endocrine sunt: hipofiza, epifiza, tiroida, paratiroidele, timusul, glandele suprarenale, structurile endocrine ale pancreasului și ale glandelor sexuale.
- Hipofiza este considerată „creierul endocrin" al organismului, coordonând, prin hormonii pe care îi secretă, activitatea celorlalte glande.

TEME

I. Completează corect spațiile libere:

Lobul anterior hipotalamic se mai numește ..... și este legat de ..... prin ....., iar lobul posterior intră în alcătuirea ..... și este legat de ..... prin .... .

II. Adevărat sau fals?

1. Hormonii reprezintă produsul de secreție al oricărei glande.
2. Calcitonina favorizează eliberarea calciului din oase.
3. Glucagonul este un hormon hiperglicemiant.

III. Asociază hormonii cu glandele care îi produc:

1. ACTH	a. pancreas
2. cortizol	b. hipofiză
3. parathormon	c. corticosuprarenală
4. insulină	d. medulosuprarenală
5. calcitonină	e. paratiroide
	f. tiroidă

IV. Asociază următoarele glande cu localizarea lor:

1. tiroidă	a. partea anterioară a laringelui
2. timus	b. fața posterioară a tiroidei
3. paratiroide	c. partea posterioară a diencefalului
4. epifiză	d. baza encefalului
5. hipofiză	e. retrosternal

V. Răspunde la următoarele întrebări:

1. Ce sunt și cum acționează hormonii?
2. Care este diferența dintre feedback-ul negativ și cel pozitiv? Exemplifică.

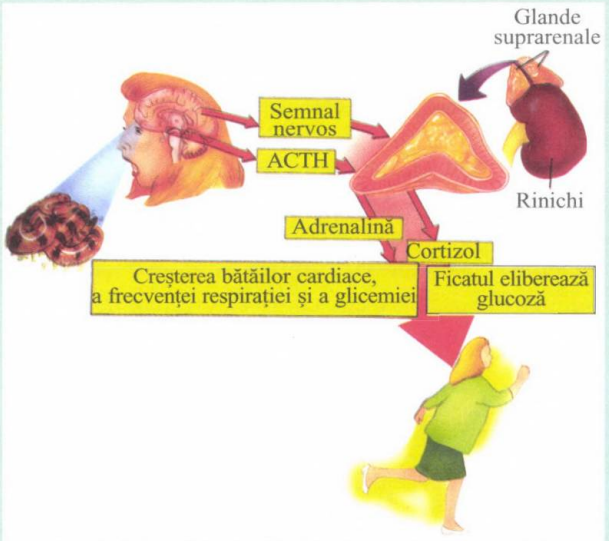
VI. Localizează glandele endocrine în organism și enumeră hormonii produși de acestea.

VII. Selectează răspunsurile corecte:

1. Diureza (cantitatea de urină eliminată în 24 h) poate crește în caz de:
   a) diabet zaharat b) hipertiroidie
   c) hipotiroidie d) insuficiență de ADH
2. Sunt hormoni tropi:
   a) STH b) ACTH
   c) LH d) TSH
3. Calcitonina:
   a) este secretată doar de paratiroide;
   b) are efect hipercalcemiant;
   c) menține echilibrul fosfo-calcic;
   d) este secretată și de timus.

Activitate în perechi • Formulați o ipoteză

- Unele persoane sunt tentate să consume steroizi pentru creșterea masei musculare. Ce consecințe poate avea acest lucru?
- Stresul emoțional cronic este implicat în apariția a numeroase boli. Explicați acest lucru, interpretând imaginea de mai jos.



- Completează legenda din fig. 2.71.

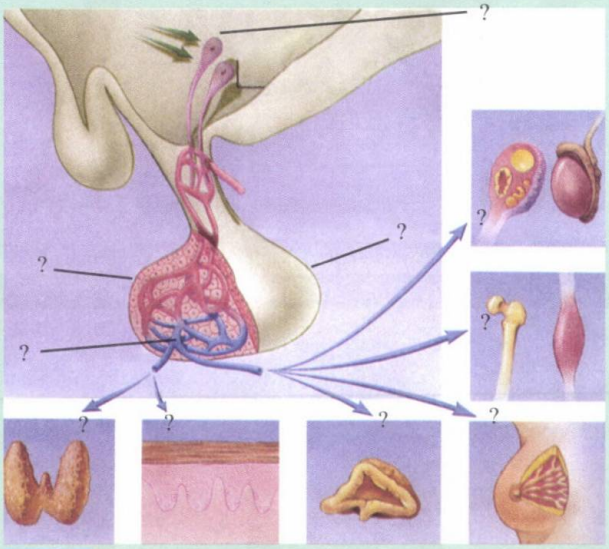


Fig. 2.71

d) MIȘCAREA

AMINTEȘTE-ȚI

- Ce sistem realizează mișcarea?
- Câte tipuri de oase sunt în organism?

Mișcarea se realizează cu ajutorul a două sisteme, *sistemul osos* și *sistemul muscular*. Sistemul osos reprezintă componenta pasivă a sistemului locomotor, iar sistemul muscular, componenta activă.

Sistemul osos

Sistemul osos este alcătuit din oase. Acestea, după raportul existent între cele trei dimensiuni (lungime, lățime, grosime) - fig. 2.72 - pot fi:

- *oase lungi* (predomină lungimea), care formează scheletul extremităților și sunt alcătuite din *diafiză* (corpul osului) și două extremități numite *epifize*.

Diafiza prezintă la exterior *periostul* (membrană conjunctivă vascularizată, cu rol de creștere în grosime a osului și de refacere a țesutului osos, în cazul fracturilor). În interior, diafiza prezintă țesut osos compact, iar central, un canal cu măduvă osoasă.

Epifizele prezintă la exterior țesut osos compact, iar la interior, țesut osos spongios.

- *oase late* (de grosime mică, fiind turtite), cum sunt cele ale boltei craniene, sternului, coastelor etc.;
- *oase scurte* (cu cele trei dimensiuni aproape egale), cum sunt: vertebrele, tarsienele, carpienele etc. Oasele late și cele scurte au la periferie un manșon de țesut compact, ce acoperă osul spongios.

Există și oase neregulate, cum sunt cele ale bazei craniului.

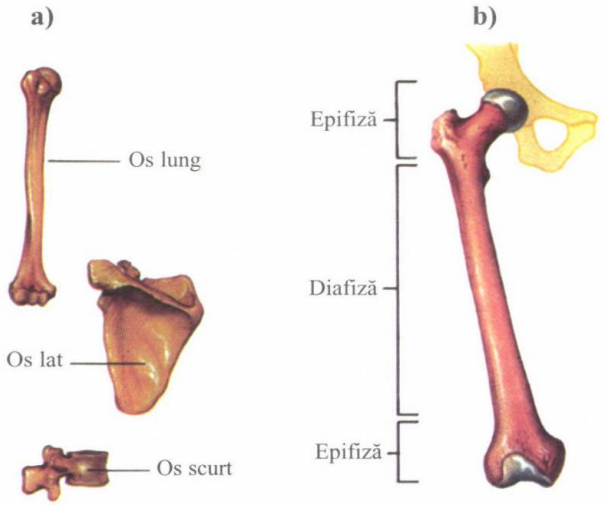


Fig. 2.72 *a) Tipuri de oase b) Componentele unui os lung (femur)*

Compară cele trei tipuri de oase.

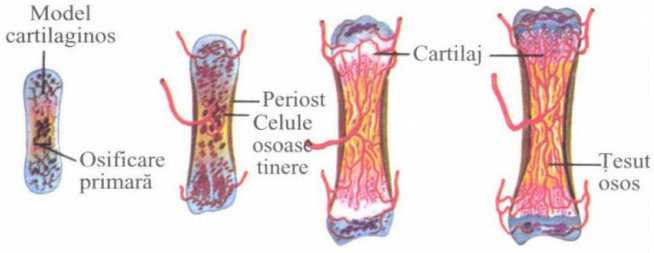


Fig. 2.73 *Procesul de osteogeneză*

Osteogeneza

Transformarea scheletului cartilaginos și conjunctiv-fibros al embrionului și fătului în schelet osos, întâlnit la adult, reprezintă procesul de *osteogeneză* - fig. 2.73.

La mamifere substituirea nu este completă, la adult rămânând părți cartilaginoase (la nas, pavilionul urechii, trahee, laringe și articulații).

Există două faze de dezvoltare a scheletului osos: prima fază are ca rezultat formarea *osului primar,* prin înlocuirea țesutului conjunctiv sau cartilaginos cu țesut osos, iar în cea de a doua, în care se formează *osul secundar,* au loc procese de modelare a țesutului osos.

Oasele, odată formate, cresc atât în grosime cât și în lungime.

Creșterea în lungime are loc în oasele lungi (atât în diafiză cât și în epifize), începând în anumite centre de osificare, de la care procesul se întinde până cuprinde tot osul. Rămân cartilaginoase niște discuri numite *cartilaje de conjugare* sau de *creștere în lungime*, situate la limita dintre epifiza și diafiza acestora, asigurând formarea de țesut osos nou spre diafiză. Când creșterea în lungime s-a terminat (între 20 și 25

de ani), cartilajele de creștere sunt înlocuite de os și epifizele se sudează cu diafiza.

Creșterea în grosime apare însă la toate tipurile de oase. În acest caz, periostul, prin zona lui internă, produce osteoblaste care se adaugă țesutului vechi, permițând asfel creșterea osului în grosime.

Dezvoltarea și creșterea oaselor sunt strâns legate de secreția hormonului hipofizar de creștere, de hormonii tiroidieni, de unele enzime cu rol în calcifierea oaselor, de vitaminele D, A, C etc.

Scheletul corpului uman

Totalitatea oaselor formează scheletul - fig. 2.74.

Spre deosebire de alte mamifere, părțile care formează scheletul uman asigură, prin așezarea lor, stațiunea erectă.

Scheletul capului este alcătuit din oasele ce adăpostesc encefalul și care formează *neurocraniul* – patru oase neperechi: frontal, etmoid, sfenoid și occipital și două perechi: temporale și parietale și din oasele feței care alcătuiesc *viscerocraniul*.

Scheletul trunchiului este alcătuit din *coloana vertebrală,* formată prin suprapunerea a 33-34 de vertebre: 7 cervicale, 12 toracale, 5 lombare, 5 sacrale și 4-5 coccigiene, *stern* și *coaste* (12 perechi).

Scheletul membrelor cuprinde scheletul membrelor superioare și scheletul membrelor inferioare.

Membrele superioare se articulează la scheletul trunchiului prin două oase, *omoplatul* și *clavicula*, care formează *centura scapulară*. Oasele membrului superior propriu-zis sunt: oasele brațului (*humerus*), oasele antebrațului (*radius* și *ulna* sau *cubitus*) și oasele mâinii (*8 carpiene, 5 metacarpiene* și *14 falange*).

Membrele inferioare se articulează la coloana vertebrală cu ajutorul *centurii pelviene*, alcătuită din *oasele coxale* și osul sacrum. Oasele membrului inferior propriu-zis sunt: oasele coapsei (*femurul*), oasele gambei (*tibia* și *fibula* sau *peroneul*), oasele piciorului (7 *tarsiene*, printre care se află *calcaneul* - osul călcâiului și *astragalul* – ce formează glezna – 5 *metatarsiene* și *14 falange*). În dreptul genunchiului se găsește un os mic, numit *rotulă* sau *patelă* (situat în tendonul mușchiului cvadriceps).

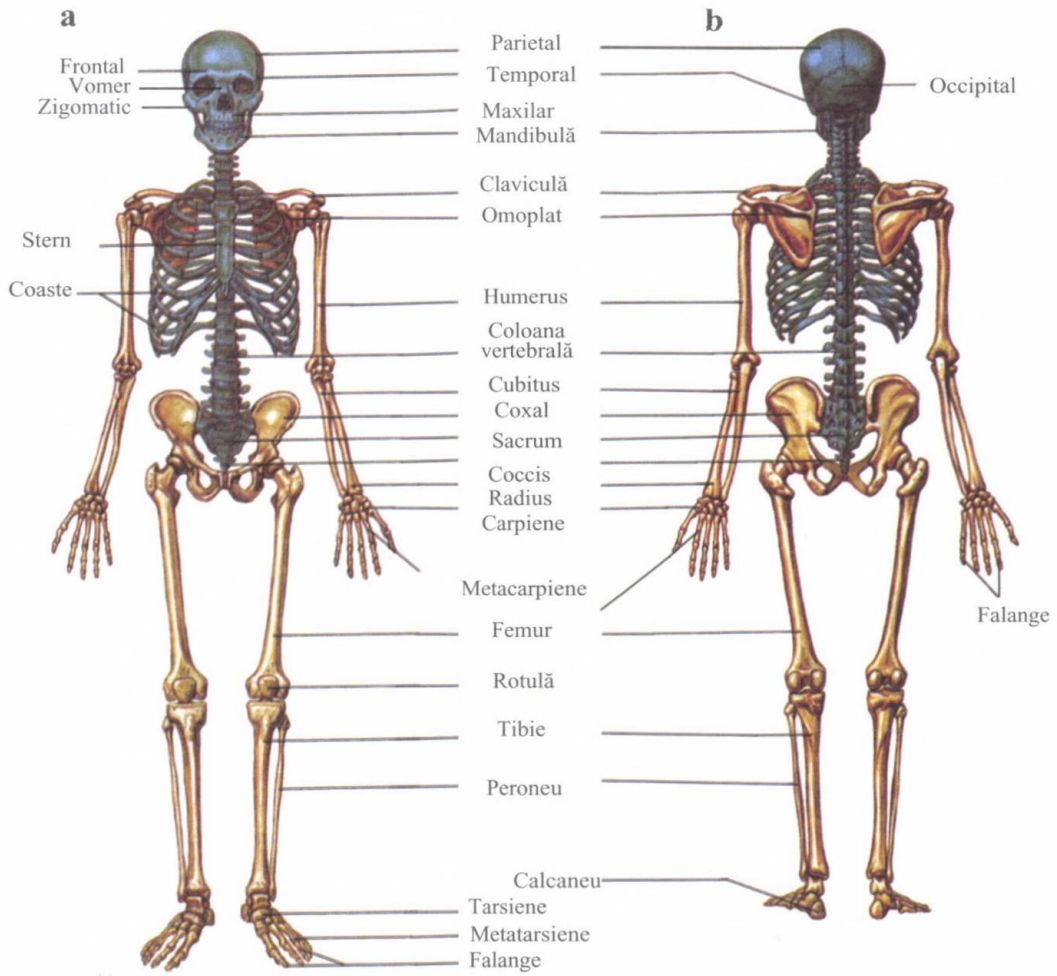


Fig. 2.74 *Scheletul uman - vedere anterioară (a) și vedere posterioară (b)*

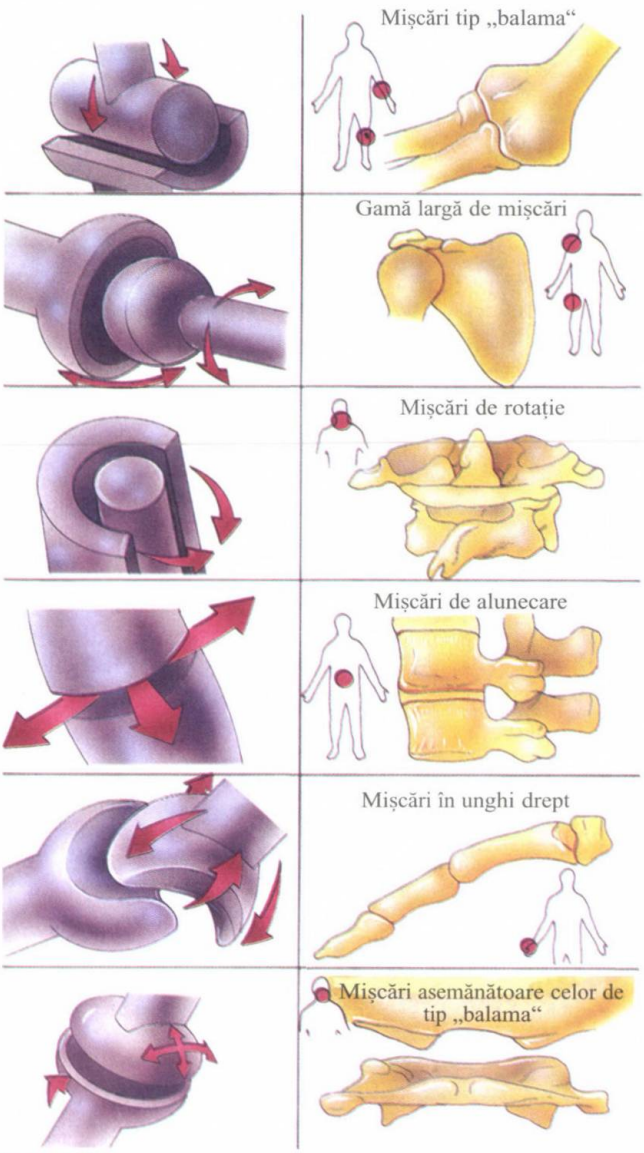


Fig. 2.75 * *Mișcări întâlnite în diartroze*

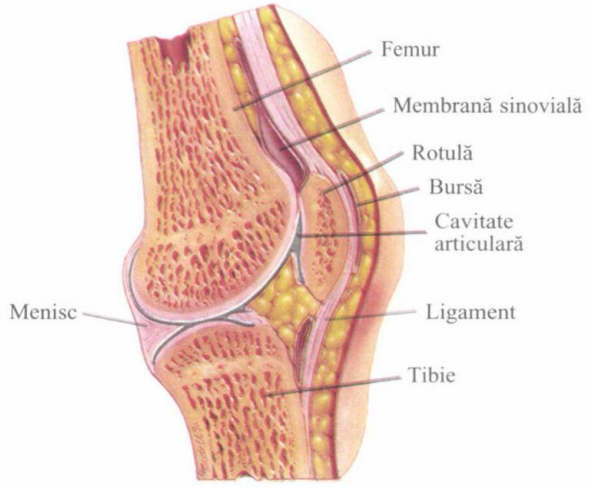


Fig. 2.76 *Articulație sinovială*

Articulațiile

Oasele sunt legate între ele prin articulații.

După gradul de mobilitate dintre oase, articulațiile sunt de mai multe tipuri:

- *sinartrozele*: articulații în care nu este posibilă niciun fel de mobilitate. Sunt articulații lipsite de cavitate articulară. Între oasele ce se articulează există țesut conjunctiv: dacă acesta este fibros, se numesc *sindesmoze* cum sunt suturile oaselor cutiei craniene; dacă între oasele ce se articulează există țesut cartilaginos, articulațiile se numesc *sincondroze* (exemplu: simfiza pubiană).
- *diartrozele*: articulații cu grad variabil de mobilitate - fig. 2.75, ceea ce le clasifică în: *amfiartroze* (articulații cu mobilitate redusă), la nivelul cărora între oasele ce se articulează există o formațiune fibrocartilaginoasă (articulațiile dintre corpurile vertebrale între care există discurile intervertebrale); *artrodii* (articulații sinoviale), cu mare mobilitate.

O articulație sinovială (cu mare mobilitate) este alcătuită din:

- *suprafețele de articulare ale oaselor* (care, de regulă, corespund ca formă și dimensiuni, pentru a se realiza o îmbinare perfectă). Alunecarea este înlesnită de cartilajele de articulație. Când între oase există nepotriviri de formă, se interpun formațiuni fibrocartilaginoase, numite *meniscuri* și *discuri,* care corijează nepotrivirile.
- *capsula articulară,* căptușită de *membrana sinovială,* care secretă *lichidul sinovial* cu rol de lubrifiant, permițând alunecarea mai ușoară a capetelor oaselor în articulație. Capsula este întărită de fascicule de țesut conjunctiv fibros puternic, numite *ligamente* (mențin poziția corectă a oaselor în articulații).
- *cavitatea articulară,* care reprezintă spațiul cuprins în interiorul capsulei articulare - fig. 2.76.

Într-o articulație sinovială se pot efectua următoarele tipuri de mișcări:

- flexia/extensia-apropierea/îndepărtarea a două segmente învecinate, mișcare efectuată în jurul axului transversal;
- pronația/supinația: mișcare de rotație a mâinii și piciorului, cu palma sau cu planta privind în jos (pronație), respectiv în sus (supinație);
- aducție/abducție-mișcare de apropiere/îndepărtare a unui segment față de axul median al corpului.

Metabolismul oaselor cuprinde totalitatea proceselor care stau la baza formării și distrugerii țesutului osos, sub acțiune enzimatică. Procesul de formare a sărurilor minerale și depunerea lor în oase se numește *mineralizare,* iar desfacerea sărurilor minerale în forme simple, solubile, cu trecerea lor în sânge, se numește *demineralizare.*

Rolurile oaselor

Oasele reprezintă principalul rezervor de substanțe minerale al organismului. Ele au rolul de protecție a unor organe vitale, sunt sediul principal al organelor limfopoietice (măduva roșie), au rol de pârghii, datorită mușchilor antagoniști (flexori și extensori), care acționează asupra lor.

Pentru o dezvoltare armonioasă, organismul are nevoie de o alimentație adecvată, din care să nu lipsească laptele și derivatele lui, care furnizează organismului sărurile de calciu și precursorii vitaminei D. Sinteza unei asemenea vitamine, care favorizează absorbția intestinală a calciului, are loc în piele, atunci când este expusă la soare.

SINTEZĂ

- Scheletul este alcătuit din oase, clasificate în lungi, scurte și late, unite între ele prin articulații mobile, semimobile sau fixe.
- Oasele lungi sunt alcătuite din epifize (extremități) și diafiză (corpul central). Structura lor este adaptată la torsiune.
- Scheletul corpului cuprinde: scheletul capului (neurocraniul și viscerocraniul), scheletul trunchiului (coloana vertebrală, coastele și sternul) și scheletul membrelor.
- Scheletul susține corpul, protejează organele interne, permite locomoția, reglează procentul ionilor de calciu din sânge.

TEME

I. Selectează răspunsul corect:

- Câte vertebre are primul segment al coloanei vertebrale:

a) 8; b) 12; c) 4-5; d) 7.

- Nu participă la formarea cutiei toracice: a) vertebrele toracale; b) coastele; c) vertebrele cervicale; d) sternul.
- Este os pereche al craniului:

a) frontal; b) occipital; c) parietal; d) sfenoid.

II. Completează corect spațiile libere:

- Un os lung este format dintr-un corp numit ..... și din ..... extremități, numite ..... .
- Creșterea în ..... a osului se face cu ajutorul ....., iar creșterea în ..... se face cu ajutorul ..... .

III. Enumeră oasele scheletului.

IV. Descrie relația dintre: măduva roșie osoasă - sânge; oasele late – organele vitale.

Activitate în perechi • Formulați o ipoteză

- Analiza unui schelet, găsit cu ocazia unor săpături arheologice, poate furniza informații legate de sex, vârstă, stare de sănătate. Cum explicați acest lucru?
- O fractură la nivelul unui cartilaj de creștere, la un copil de 10 ani, ridică anumite probleme. Care anume?

Noțiuni de igienă și patologie

Afecțiuni	Cauze	Simptome	Prevenire
Deformări ale coloanei (scolioze, cifoze)	Poziții vicioase	Deviere laterală a coloanei, în caz de scolioză, sau accentuarea curburii toracale, în caz de cifoză (cocoașă)	• Poziție corectă în bancă • Purtarea greutăților echilibrat, în cele două mâini • Aport adecvat de calciu • Evitarea ortostatismului prelungit, a frigului, umezelii • Evitarea ridicării de greutăți mari • Evitarea excesului ponderal • Mersul pe bicicletă • Natația
Fracturi	Ruperea totală sau parțială a unui os, în urma unui traumatism	Dureri vii, persistente, accentuate la mișcare; deformarea regiunii	
Entorse	Traumatisme în urma cărora suprafețele articulare se deplasează cu revenire la poziția normală	Mișcarea forțată provoacă leziuni ale capsulelor articulare, ligamentelor, cu dureri, dificultăți la mers	
Luxații	Traumatisme în urma cărora suprafețele articulare se deplasează fără revenire la poziția normală	Dureri, impotență funcțională, aspect anormal al segmentului, cu deformarea regiunii; echimoză (vânătaie)	
***Boli reumatismale degenerative**	Vârsta, umiditatea, ereditatea, poluarea, pozițiile vicioase, obezitatea	Leziuni ale cartilajelor și ale oaselor la marginea zonei cartilaginoase, dureri la mers	

Sistemul muscular

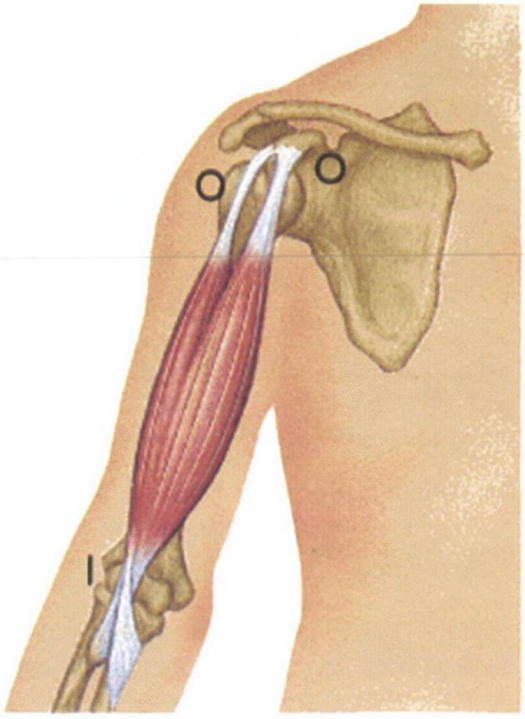


Fig. 2.77 *I - inserție a mușchiului; O - origine a mușchiului*

Sistemul muscular este componenta activă a locomoției, determinând mișcarea.

Caracteristica particulară a țesutului muscular este dată de capacitatea sa de a se contracta, utilizând energia chimică obținută din alimente, pentru a pune în mișcare diferite părți ale corpului.

Pe lângă rolul pe care îl au în mișcare, mușchii contribuie la realizarea formei generale a corpului, la menținerea poziției verticale, a tonusului postural, a echilibrului, în vorbire.

Aceste funcții sunt îndeplinite de *musculatura scheletică* (striată), aflată sub control voluntar.

Mușchii striați pot fi clasificați în funcție de:

- dimensiuni, în:
  - *mușchi lungi* (musculatura extremităților);
  - *lați* (musculatura trunchiului);
  - *scurți* (mușchii palmelor);
- formă, în:
  - *fusiformi* (biceps, triceps);
  - *circulari* (situați în jurul orificiilor bucal, nazal);
  - *triunghiulari* (deltoid);
  - *trapezoidali (trapez)*;

Mușchiul striat prezintă un corp și două capete numite tendoane: unul *de origine* și unul *de inserție*.

- Capătul de origine se prinde de osul fix și poate avea 1-4 tendoane. În general originea este unică, dar sunt și mușchi cu mai multe origini (de exemplu, biceps, triceps, cvadriceps) - fig. 2.77.
- Capătul de inserție se prinde pe osul mobil.

Tendoanele sunt alcătuite din țesut similar cu cel al ligamentelor, numai că acestea sunt mai puțin elastice și extensibile.

Când un mușchi se contractă, tendonul se scurtează și apropie sau îndepărtează osul pe care este inserat. Mușchii lați au tendoane lățite, numite *aponevroze*.

Corpul și capetele sunt acoperite de o membrană conjunctivă – fascia musculară.

Mușchii striați reprezintă aproximativ 40% din greutatea corpului.

Unitatea structurală și funcțională a mușchiului striat este *fibra musculară striată*. Fiecare fibră musculară este învelită într-o teacă fină conjunctivă, numită *endomisium*.

Mai multe fibre musculare formează un *fascicul muscular*, înconjurat de septuri conjunctive (*perimisium)* care se desprind din lama conjunctivă ce acoperă mușchiul la exterior (*epimisium)* - fig. 2.78.

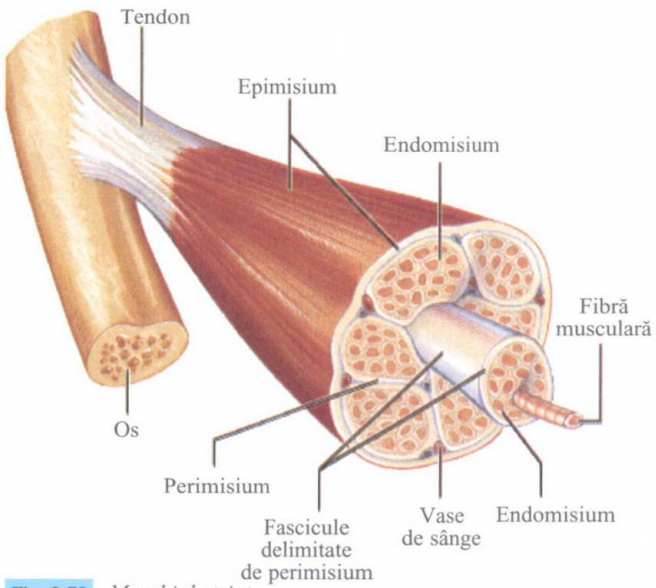


Fig. 2.78 *Mușchiul striat*

Principalele grupe de mușchi scheletici

În funcție de segmentele corpului, mușchii pot fi grupați în: mușchii capului, gâtului, trunchiului, membrelor.

- *Mușchii capului* sunt grupați la rândul lor în:

– *mușchii mimicii*, plasați în jurul orificiilor bucal, nazal, orbital și auditiv. Ei se inseră pe piele și de aceea se mai numesc cutanați. Alături de mușchiul frontal și occipital contribuie la exprimarea atenției;

– *mușchii masticatori,* care ridică mandibula și intervin în masticație (maseteri).

- *Mușchii gâtului*, dintre care cei mai importanți sunt: platisma, sternocleidomastoidienii și hioidienii.
- *Mușchii trunchiului,* după poziție și origine, se grupează în:

– *mușchii spatelui și ai cefei*: în plan superficial mușchii trapezi, iar în plan profund, mușchii șanțurilor vertebrale;

– *mușchii toracelui* - pectoralii, dințații și intercostalii;

– *mușchii abdomenului*, care participă la formarea pereților antero-laterali și posteriori ai abdomenului - *mușchii drepți abdominali, oblici externi* și *oblici interni.*

- *Mușchii membrelor superioare* se împart în două categorii:

– mușchii care leagă membrul superior de trunchi – *deltoidul* (mușchiul umărului);

– mușchii proprii ai membrului superior: *bicepsul* și *tricepsul brahial* (mușchii brațului); *mușchii flexori și extensori ai degetelor, pronatori și supinatori* (mușchii antebrațului); mușchii mâinii.

- *Mușchii membrelor inferioare* sunt reprezentați de *mușchii fesieri*, din jurul articulației coxo-femurale și mușchii proprii membrului inferior: *mușchiul croitor*, *mușchii adductori* și *bicepsul femural* (mușchii coapsei*); extensori ai degetelor și pronatori ai piciorului, iar alții sunt extensori ai piciorului, flexori ai degetelor și supinatori ai piciorului (*mușchii gambei*),* la care se adaugă la nivelul plantei (fața prin care piciorul se sprijină de sol) *mușchii flexori* și *extensori ai degetelor* - fig. 2.79.

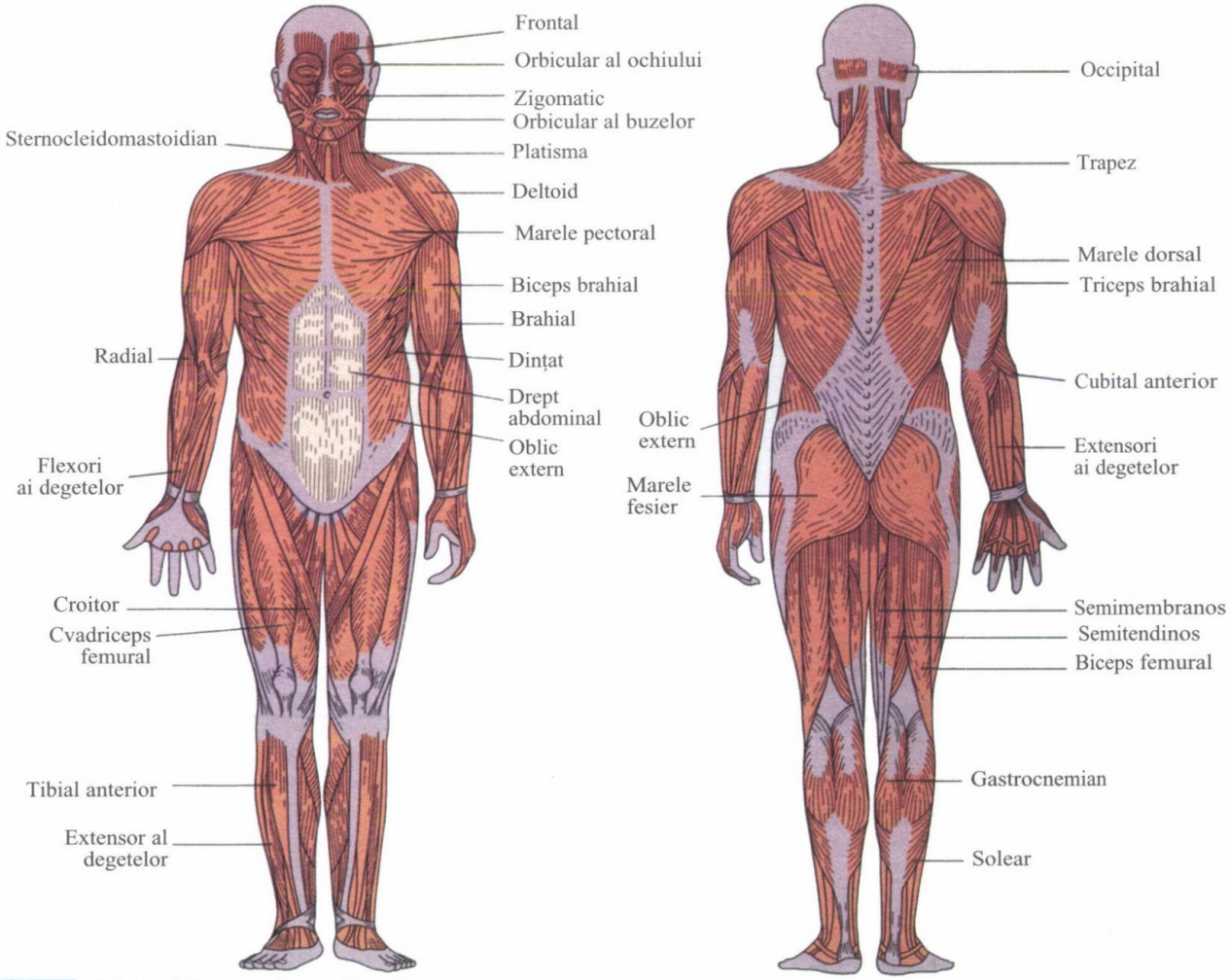


Fig. 2.79 *Principalele grupe de mușchi striați*

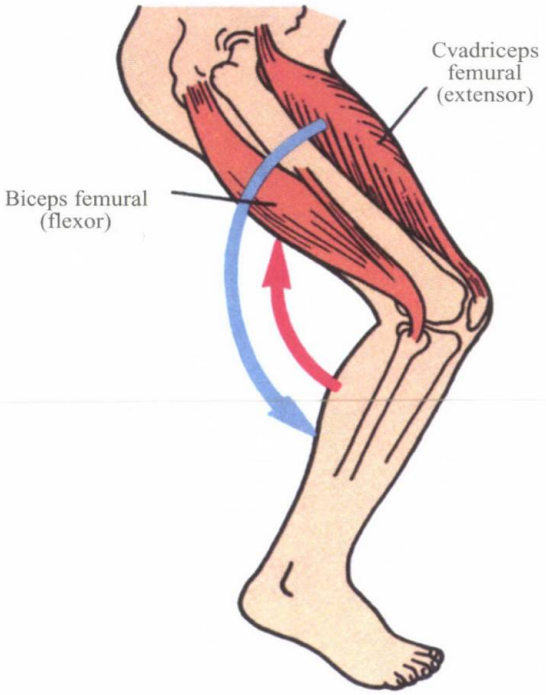


Fig. 2.80 *Mușchi antagonici*

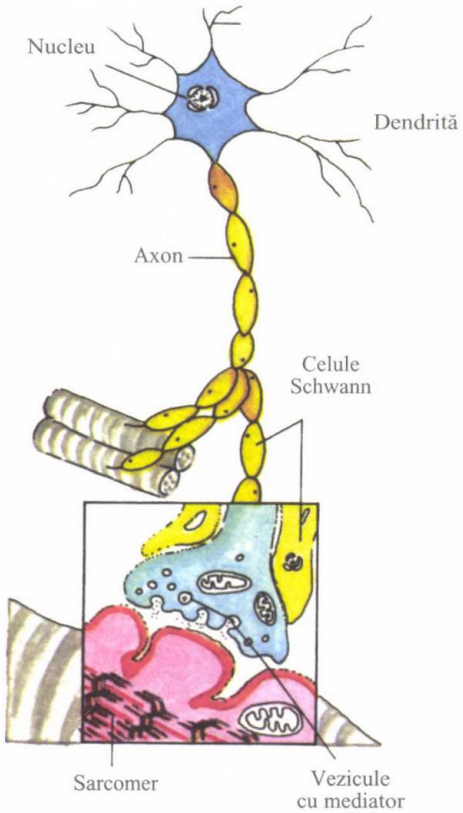


Fig. 2.81 *Joncțiunea neuro-musculară*

Explică transmiterea impulsului nervos la nivelul joncțiunii neuro-musculare.

Mușchii care deplasează oasele formează perechi cu acțiune antagonică: flexor, extensor - fig. 2.80.

Când un membru al perechii se contractă, celălalt se relaxează.

Perechile mușchilor antagoniști asigură toate coordonatele mișcărilor. Ei au rol important în menținerea tonusului muscular, care asigură poziția organismului fără sprijin. Niciun mușchi din aceste perechi nu este, de fapt, complet relaxat; amândoi sunt într-o stare de tensiune relativă, care îi menține pregătiți pentru o anumită contracție, atunci când este necesar.

Compoziția chimică a mușchilor

Din punct de vedere chimic, mușchiul este alcătuit 75-80% din apă și 20-25% din reziduu uscat. Din acesta, 99% reprezintă *substanțe organice* și numai 1%, *substanțe anorganice*.

Substanțele organice proteice, prezente în compoziția mușchilor, sunt localizate:

- în sarcoplasmă, reprezentate de mioglobină (asemănătoare hemoglobinei, transportă oxigenul necesar reacțiilor biochimice din mușchi) și de enzime.
- în miofibrile, reprezentate de *actină* și *miozină* - proteine contractile - și de *troponină și tropomiozină*, proteine necontractile, cu rol reglator.

Substanțele organice neproteice au rol energetic: glicogen, trigliceride, ATP, creatină, fosfocreatină.

Substanțele anorganice sunt reprezentate de săruri minerale și de diferiți ioni (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+}, Cl^{-}).

*Proprietățile mușchilor

Proprietățile specifice mușchilor sunt: *extensibilitatea, elasticitatea, excitabilitatea, contractilitatea*.

Extensibilitatea reprezintă proprietatea mușchiului de a se întinde, pasiv, sub acțiunea unei forțe exterioare.

Elasticitatea este proprietatea mușchiului de a se deforma sub acțiunea unei forțe externe și de a reveni la starea inițială după ce forța a încetat.

Excitabilitatea reprezintă proprietatea prin care mușchiul răspunde prin potențiale de acțiune la acțiunea unui excitant și are la bază proprietățile membranei celulare (polarizarea electrică și permeabilitatea selectivă).

Excitantul este influxul nervos, care se transmite de la nivelul mușchilor la nivelul plăcii motorii. După țesutul nervos, cel muscular striat este cel mai excitabil.

Contractilitatea este proprietatea specifică mușchiului de a dezvolta o tensiune asupra punctelor sale de origine și inserție. În timpul contracției, mușchiul își schimbă forma, nu și volumul.

Stimulul natural care poate produce o contracție este impulsul nervos - fig. 2.81.

Contracțiile musculare sunt determinate și controlate de sistemul nervos; sinapsa dintre fibra nervoasă și cea musculară poartă numele de *joncțiune neuro-musculară*.

Experimental, s-a dovedit că stimularea electrică a unui mușchi, într-un punct situat la distanță de inserția nervoasă, provoacă o contracție egală, dar mai lentă decât stimularea nervoasă.

Influxul nervos ajuns la nivelul terminațiilor presinaptice descarcă mediatorul chimic, care produce o depolarizare a membranei.

Când depolarizarea atinge o anumită valoare, se declanșează un potențial de acțiune, care se va propaga prin membranele sistemului de tuburi T (dispus transversal, între sarcolemă și miofibrile).

Ajungând la nivelul reticulului endoplasmatic, potențialul de acțiune declanșează eliminarea calciului stocat la acest nivel. Ionii de calciu difuzează la miofibrile, determinând cuplarea actinei cu miozina și formarea *complexului actomiozinic.*

În repaus, situsurile de legare a miozinei la actină sunt obstruate de tropomiozină. Ionii de calciu se leagă de troponină, ceea ce determină deplasarea tropomiozinei, cu eliberarea situsurilor, permițând legarea miozinei de actină.

Actomiozina hidrolizează ATP, cu eliberare de energie, care va declanșa contracția: brațele laterale ale miozinei trag de actină ca niște vâsle, și astfel, actina glisează printre miozină.

Reticulul endoplasmatic, cu ajutorul energiei rezultate dintr-o altă hidroliză a ATP, reîncepe acumularea ionilor de calciu și astfel concentrația lor în jurul miofibrilelor scade, declanșând desfacerea complexului actomiozinic, ce are ca rezultat relaxarea mușchiului.

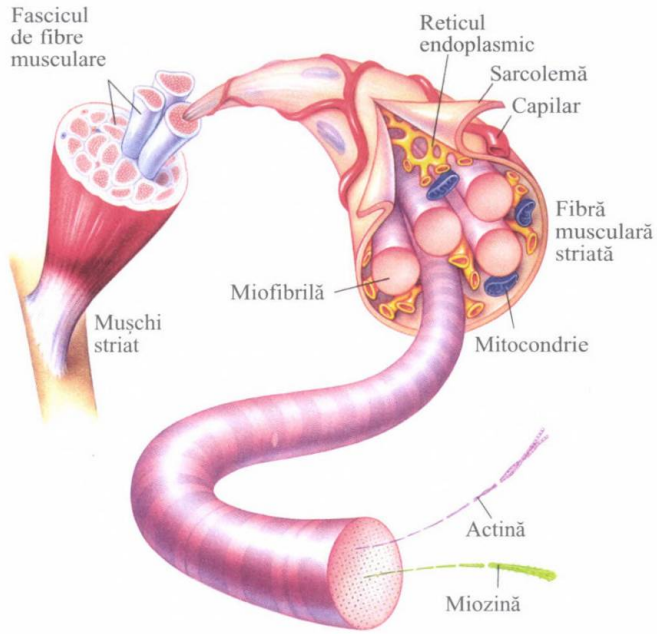
Relaxarea mușchiului somatic presupune încetarea impulsurilor (spre deosebire de mușchiul neted, care are inervație vegetativă dublă, antagonică).

Mecanismul contracției a putut fi lămurit cu ajutorul microscopului electronic și este cunoscut sub numele de *mecanism glisant* - fig. 2.82.

Așadar, ATP intervine atât în contracție, cât și în relaxare. Din acest motiv, este necesar ca, în urma hidrolizelor repetate, ATP să fie refăcut. În contracțiile rapide și de scurtă durată, sinteza de ATP se face prin descompunerea fosfocreatinei (CP).

În contracții susținute și de lungă durată, cantitatea de energie consumată este mare și este obținută în urma reacțiilor oxidative ale *ciclului Krebs*, care necesită mult oxigen (adus de sângele din capilarele sangvine ale mușchiului).

La efort foarte mare, cantitatea de oxigen este insuficientă. Resinteza ATP se face pe baza CP, care se resintetizează pe baza energiei eliberate prin degradarea anaerobă a glucozei, până la acid lactic.



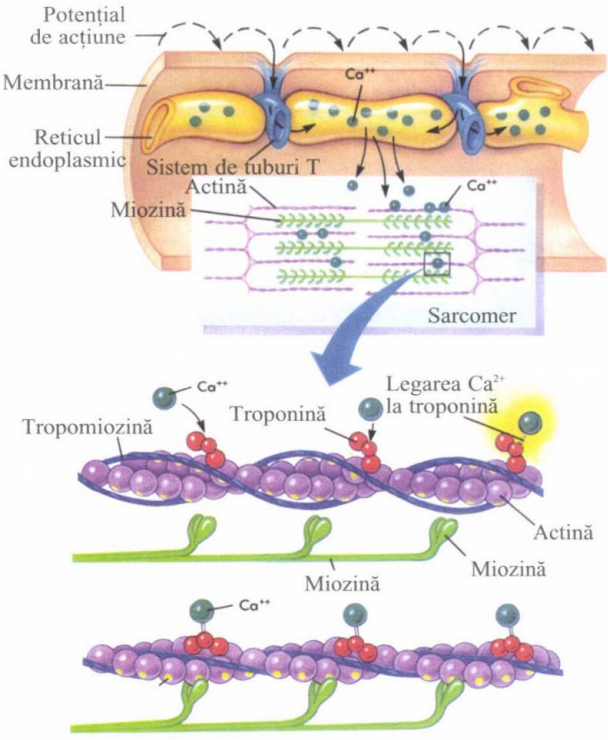
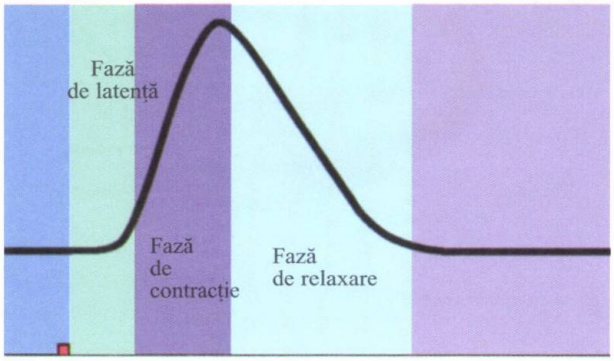


Fig. 2.82 *Mecanismul contracției musculare*

Descrie traseul impulsului nervos până la declanșarea mecanismului contracției musculare.

Fig. 2.83 *Miograf*

a)



b)

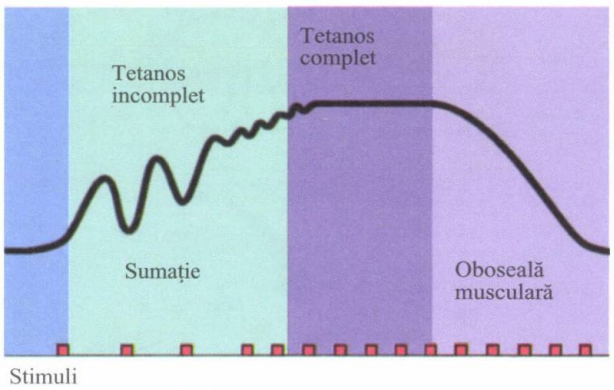


Fig. 2.84 *a) Secusă musculară b) Tetanos*

Acidul lactic rămâne în celula musculară, împiedicând contracția.

Cea mai mare parte a acidului lactic este dus de fluxul sangvin la ficat, unde va fi folosit la sinteza de glucoză.

După terminarea efortului, mușchiul în repaus consumă mult oxigen, pentru a mobiliza excesul de acid lactic și pentru a reface rezervele de ATP și CP. Contracțiile musculare nu au loc dacă în mediu este excesiv de frig (rigiditate de degradare), iar dacă este foarte cald, este posibilă denaturarea ireversibilă a proteinelor elastice.

Tipuri de contracții

Contracțiile musculare sunt de două tipuri:

- *izotonice*, în care mușchiul se scurtează sub o tensiune pasivă, constantă. Sunt caracteristice majorității mușchilor scheletici;
- *izometrice*, contracție în care mușchiul nu-și modifică dimensiunile, ci doar starea de tensiune (toată energia se pierde sub formă de căldură).

Cele două tipuri de contracții se asociază și se succed în timpul contracției musculare fiziologice.

Înregistrarea contracției musculare se numește miograma și se realizează cu ajutorul unui aparat numit *miograf* - fig. 2.83.

Stimulul electric unic, aplicat pe nervul motor, produce o contracție musculară simplă, numită *secusă*. Faza de contracție a secusei are durata medie de 0,04 s, în timp ce faza de relaxare este mai lungă 0,05 s.

Faza de contracție este precedată de faza de latență, care durează 0,1s, fiind necesară depolarizării sarcolemei și obținerii de energie din ATP.

Secusele musculare se produc foarte rar în organism. Contracțiile musculare din timpul frisonului sunt consecința unei succesiuni de secuse.

Contracția musculară normală este rezultatul unor impulsuri rapide succesive, de durată, ce realizează o *contracție tetanică*.

Dacă stimulii aplicați au o frecvență mai mică, apar relaxări incomplete, iar miograma înscrie un platou dințat - *tetanos incomplet*.

Dacă frecvența este mare, fără relaxări între stimuli, miograma înscrie un platou - *tetanos complet*.

Tetanosul este tipul de contracție musculo-voluntară în organism - fig. 2.84.

Un mușchi care se contractă se încălzește, iar căldura este transportată de sânge și distribuită în alte regiuni ale corpului. Acest proces poate determina creșterea temperaturii corpului, care ulterior produce vasodilatație și sudorație.

Musculatura este principalul producător de căldură al organismului.

- *Tonusul muscular* reprezintă starea permanentă de tensiune ușoară a oricărui mușchi în repaus.

Tonusul muscular este necesar realizării reflexelor tonico-posturale, care permit menținerea posturii corpului în condiții statice și dinamice. Tonusul poate crește când temperatura mediului este scăzută, având rol, deci, în termoreglare. Tonusul contribuie și la expresia feței asociată cu unele stări afective

Contracțiile musculare prelungite duc la apariția durerilor musculare (febră musculară), apărute pe fundalul oboselii musculare. S-a demonstrat experimental că, pe măsură ce se instalează oboseala, amplitudinea contracțiilor scade. Înregistrarea grafică a fenomenului duce la obținerea curbei oboselii, care este caracteristică fiecărei persoane.

Noțiuni de igienă și patologie

Afecțiuni	Cauze	Simptome	Prevenire
Oboseala musculară	Scăderea rezervelor energetice și acumularea de acid lactic în mușchi, inhibând activitatea enzimatică	Scăderea forței musculare (tensiunea dezvoltată în timpul contracției), cu apariția de dureri musculare (febră musculară)	Sănătatea musculară se întreține cu exerciții fizice moderate, care eficientizează transportul de O_2 la celule și favorizează fluxul limfei
Rupturi musculare	Efort fizic intens	Durere violentă; apariția sub piele a unui hematom (acumulare de sânge)	
***Distrofie musculară**	Cauze genetice, fiind o maladie sex-linkată	Afectează în special băieții, țesutul muscular fiind înlocuit, treptat, cu țesut adipos. Cei mai mulți mor înainte de 20 de ani	
Miastenia gravis	Probabil, boală autoimună, anticorpii produși blocând receptorii colinergici de la nivelul sarcolemei	Defect de transmitere a impulsurilor la nivelul joncțiunii neuro-musculare, în special la femei, cu slăbiciune musculară extremă, rezistență mică la efort	

SINTEZĂ

- Principalele grupe de mușchi scheletici cuprind: mușchii capului, ai gâtului, trunchiului și membrelor.
- Mușchii striați fac posibilă mișcarea.
- Mușchii care deplasează oasele scheletului formează perechi; ei au acțiune antagonică.
- Contracția este determinată de impulsul nervos, care trece din fibra nervoasă în cea musculară, la nivelul joncțiunii neuro-musculare.
- Contracția musculară este realizată prin formarea complexului actomiozinic, în prezența ionilor de calciu și a energiei furnizate de ATP.

TEME

I. Adevărat sau fals?

- Mușchii reprezintă partea pasivă a sistemului locomotor.
- Toți mușchii sunt fusiformi.
- Deltoidul este un mușchi al brațului.

II. Răspunde la următoarele întrebări:

- De ce sunt voluntari mușchii striați?
- Ce sunt mușchii antagoniști?

III. Completează tabelul:

Segmentul	Oase	Mușchi
Braț		
Antebraț		
Coapsă		
Gambă		

IV. Știind că secusa mușchiului neted durează aproximativ un minut, să se calculeze câte secuse ale mușchiului striat se pot produce în același interval de timp.

V. Calculează greutatea unei persoane ai cărei mușchi striați cântăresc 25 kg.

Activitate în perechi

Contractați-vă pe rând următorii mușchi: pectoral, deltoid, trapez, biceps brahial, cvadriceps femural. Imaginați-vă diverse exerciții care ar putea dezvolta acești mușchi.

Aplicații practice

***Evidențierea excitabilității și contractilității mușchilor**

- Spinalizați o broască astfel: introduceți un ac în cavitatea craniană prin orificiul occipital, înclinându-i capul înainte cu ajutorul degetului arătător. Orientați acul anterior și efectuați mișcări laterale, pentru distrugerea encefalului. Apoi orientați acul posterior, în canalul vertebral și efectuați mișcări de du-te-vino, pentru distrugerea măduvei spinării.
- Așezați broasca într-o tavă de disecție, cu partea dorsală în sus. Tăiați tegumentul ce acoperă tendonul lui Achile și izolați mușchiul gastrocnemian.
- Așezați preparatul pe o lamă de sticlă și acoperiți-l cu un tampon de vată, îmbibat în ser fiziologic. Picurați oțet pe preparat sau ciupiți-l cu o pensă. Contracția care se observă este reacția la acțiunea stimulului.

Digestia și absorbția

AMINTEȘTE-ȚI

- Ce reprezintă digestia?
- Care sunt componentele sistemului digestiv?
- Ce sunt vilozitățile intestinale?

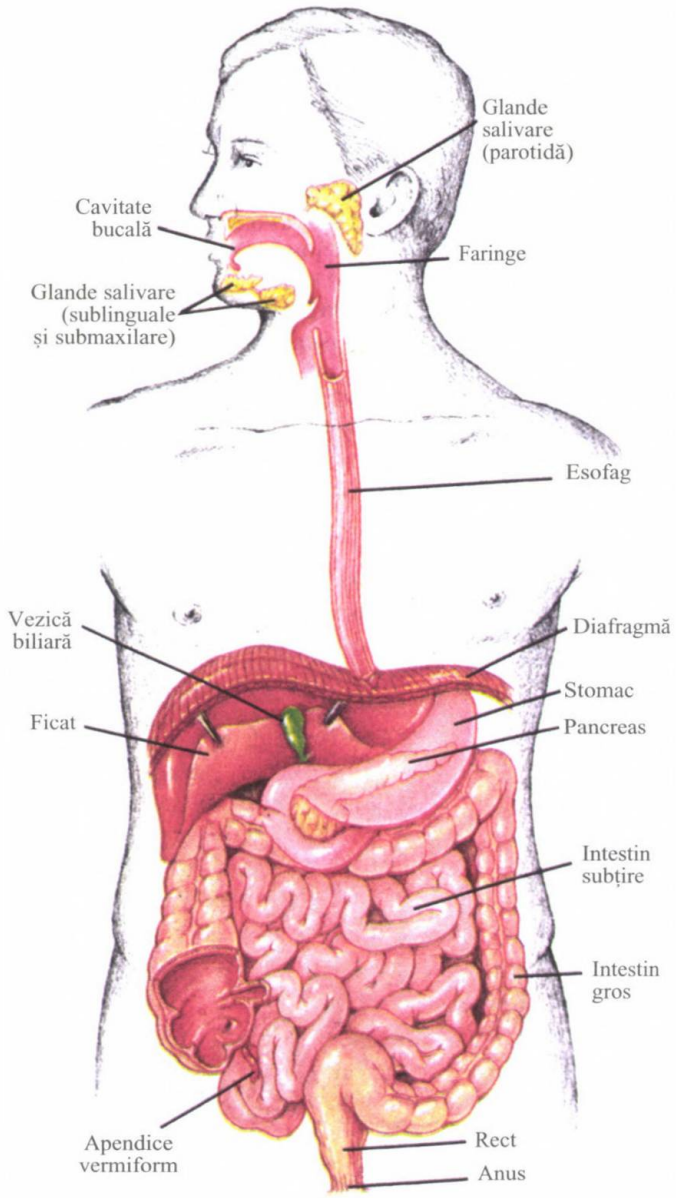


Fig. 2.85 *Sistemul digestiv*

Nutriția reprezintă ansamblul de activități prin care un organism asigură metabolismul, fiind realizată de sistemele digestiv, circulator, respirator și excretor.

Sistemul digestiv cuprinde totalitatea organelor care asigură digestia alimentelor, absorbția nutrimentelor și eliminarea resturilor nedigerate. Prin digestie, alimentele sunt transformate pentru a putea fi asimilate, intrând în compoziția mediului intern:

– lipidele sunt hidrolizate sub acțiunea enzimelor lipolitice (lipaze) până la acizi grași și glicerol;

– proteinele sunt hidrolizate sub acțiunea enzimelor proteolitice (proteaze) până la aminoacizi;

– glucidele sunt hidrolizate sub acțiunea enzimelor glicolitice (glicolaze) până la monozaharide (glucoză, fructoză, galactoză).

Sistemul digestiv este alcătuit din *tub digestiv* (în care se varsă secrețiile glandelor care produc enzime digestive și în care are loc digestia) și *glandele anexe* - fig. 2.85.

Tubul digestiv

Are o structură unitară, peretele lui fiind alcătuit din patru tunici:

- mucoasă, care tapetează lumenul; este formată din țesut epitelial;
- submucoasă, formată din țesut conjunctiv lax. Conține vase de sânge, glande de tip mucos și un plex nervos (Meissner);
- musculară, constituită din țesut muscular striat (în cavitatea bucală, faringe, treimea superioară a esofagului și la nivelul sfincterului anal extern) și din țesut muscular neted, majoritatea cu dispoziție circulară și longitudinală (la nivelul stomacului apare și al treilea strat, cu dispoziție oblică). Stratul intern, circular, prin îngroșare în anumite zone, formează *sfincterе*, care închid și deschid anumite orificii.

În tunica musculară se află un alt plex nervos (Auerbach).

- externă, formată din țesut conjunctiv lax și numită adventice (cu excepția organelor abdominale, la care stratul extern este reprezentat de seroasa peitoneală, cu rol de fixare).

Tubul digestiv este alcătuit din mai multe segmente succesive: *cavitate bucală, faringe, esofag, stomac, intestin subțire* și *intestin gros*.

Cavitatea bucală este primul segment al tubului digestiv, care comunică prin orificiul bucal cu exteriorul, iar posterior, cu faringele. În cavitatea bucală se găsesc limba și dinții - fig. 2.86.

- Limba, inserată pe planșeul bucal, este un organ musculos, a cărui rădăcină se fixează pe mandibulă și pe osul hioid. Este acoperită de mucoasă și îndeplinește mai multe funcții: organ de simț (pentru simțurile gustativ, tactil, termic, dureros); intervine în vorbire, masticație, formarea bolului alimentar, deglutiție.
- Dinții - fig. 2.87 - sunt organe dure, inervate și vascularizate, înfipte în alveolele dentare. Se găsesc în număr de 32 la adult și 20 la copil. Dinții sunt formați din coroană, colet și rădăcină.

La om există două tipuri succesive de dentiție: dentiție de lapte (dinții încep să apară la câteva luni de viață, completându-se în interval de 30 de luni și încep să cadă după șase ani) și dentiție permanentă - fig. 2.88.

Faringele, organ musculo-fibros în formă de pâlnie, de circa 15 cm, este un organ comun atât sistemului digestiv, cât și celui respirator.

Comunică superior prin *coane* cu fosele nazale și inferior cu esofagul și laringele. Pentru a evita ca alimentele să intre pe calea respiratorie, *glota* (orificiul de comunicare cu laringele), se închide prin coborârea unei lame cartilaginoase, numită *epiglotă*. Astfel, bolul alimentar trece în esofag, producând o undă peristaltică de contracție.

Esofagul - fig. 2.89 - este un organ tubular, de circa 26 cm lungime, care străbate cavitatea toracică.

Traversează diafragma și intră în cavitatea abdominală, unde comunică cu stomacul prin orificiul *cardia*.

Stomacul este un organ cavitar, cu capacitate de circa 1,5 litri, situat în partea stângă a abdomenului, imediat sub diafragmă.

Comunică cu intestinul subțire prin orificiul *piloric*. Prezintă:

- o față anterioară, acoperită cvasicomplet de ficat, și o față posterioară, în contact cu splina și pancreasul;
- o margine dreaptă (curbură mică) și o margine stângă (curbură mare) - fig. 2.90.
- o porțiune verticală, în care se află fornix-ul (camera cu aer) și corpul stomacului; și o porțiune orizontală, ce cuprinde antrul și canalul piloric.

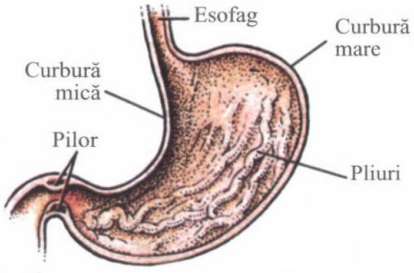


Fig. 2.90 *Stomacul*

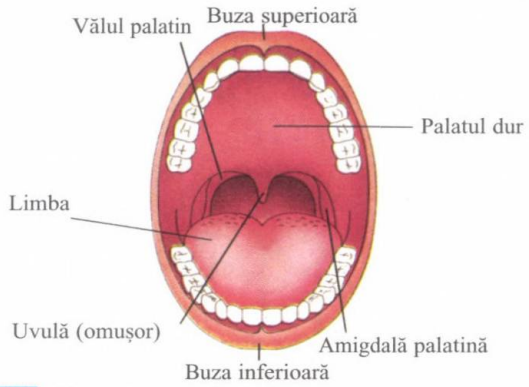


Fig. 2.86 *Elementele cavității bucale*

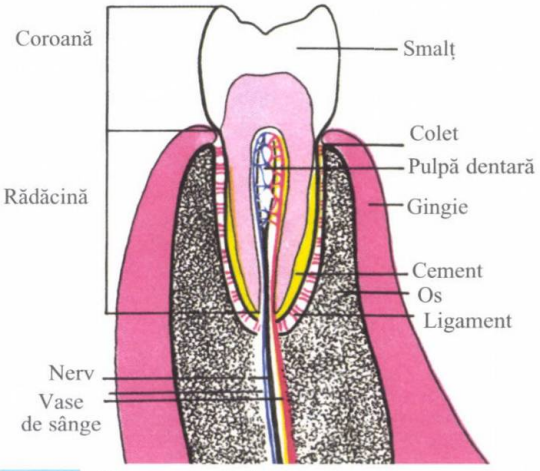
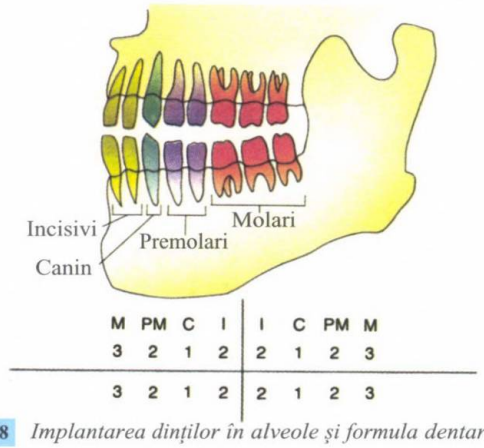


Fig. 2. 87 *Structura unui dinte*



M	PM	C	I	I	C	PM	M
3	2	1	2	2	1	2	3
3	2	1	2	2	1	2	3

Fig. 2.88 *Implantarea dinților în alveole și formula dentară*

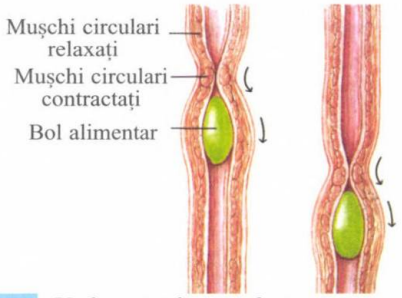


Fig. 2.89 *Unde peristaltice esofagiene*

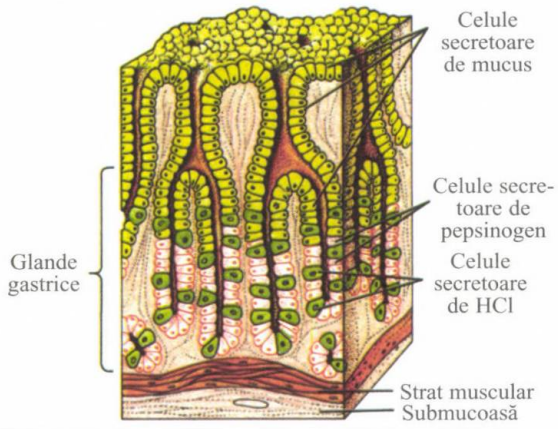


Fig. 2.91 *Secțiune transversală prin mucoasa gastrică*

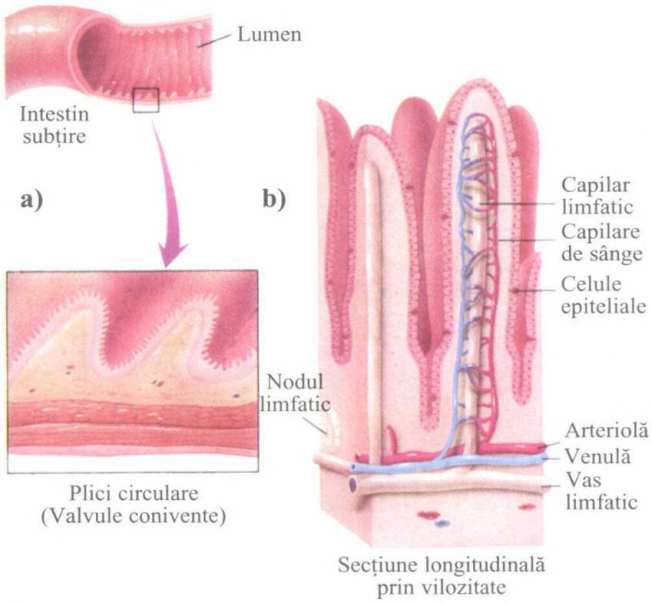


Fig. 2.92 *Mucoasa intestinului subțire*

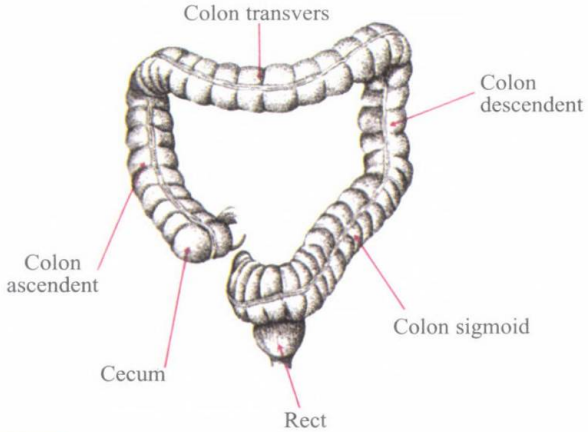


Fig. 2.93 *Regiunile intestinului gros*

Mucoasa gastrică prezintă pliuri, care apar prin contracția stratului muscular fin, prezent între mucoasă și submucoasă. De asemenea, mai prezintă și orificii pentru deschiderea glandelor gastrice - fig. 2.91.

Glandele cardiale și pilorice secretă mucus, iar cele din zona fornixului și a corpului gastric secretă pepsinogen (proenzimă), acid clorhidric, mucus, hormoni (gastrină, glucagon, secretați de celule speciale).

Intestinul subțire se întinde de la pilor până la orificiul ileo-cecal. Are o lungime de 4-6 metri, un diametru de 2 până la 3 cm și este format din *duoden* (porțiune fixă), *jejun* și *ileon* (porțiuni mobile), unde se termină digestia și are loc absorbția.

Mucoasa intestinală prezintă *plici circulare* care emit vilozități intestinale (ridicături de forma unor degete de mănușă), în interiorul cărora se găsesc, central: un vas limfatic sau vas chilifer, vase de sânge și nervi - fig. 2.92.

Vilozitățile sunt adaptate funcției de absorbție, având un epiteliu unistratificat, ale cărui celule prezintă la polul apical expansiuni citoplasmatice numite *microvili*, care formează platoul striat și care cresc suprafața de absorbție a acestui segment.

În spațiile dintre vilozități se deschid glande tubulare, care în fiecare zi secretă 3 litri de suc intestinal (glandele Lieberkün) și mucus (glandele Brünner).

Intestinul gros - fig. 2.93 - se întinde de la orificiul ileo-cecal (prevăzut cu o valvulă ce împiedică întoarcerea alimentelor în ileon) până la orificiul anal, având o lungime de circa 1,5 m și diametrul dublu față de cel al intestinului subțire. Cuprinde mai multe regiuni.

Cecumul, primul segment al acestuia, are aspectul unei ampule și în partea sa inferioară prezintă apendicele vermiform.

Urmează *colonul*, cu cele patru segmente: ascendent, transvers, descendent, sigmoid.

În colon trăiesc bacterii simbionte aerobe (de fermentație), care degradează resturile glucidice și anaerobe (de putrefacție), care degradează resturile proteice.

Porțiunea terminală, *rectul*, se deschide la exterior prin orificiul anal.

Mucoasa intestinului gros conține celule și glande secretoare de mucus și este lipsită de vilozități.

Glandele anexe

Sunt reprezentate de *glandele salivare, ficat* și *pancreas*.

Glandele salivare

Sunt de două tipuri: *mici*, răspândite în mucoasa bucală, și *mari*, situate în pereții cavității bucale. *Glandele mari* sunt de tip tubulo-acinos, perechi și sunt reprezentate de *parotide, submaxilare* și *sublinguale*.

• Parotidele sunt cele mai mari glande salivare, fiind alcătuite în special din celule seroase.

• Glandele sublinguale conțin celule predominant mucoase, iar glandele submaxilare conțin în proporție aproximativ egală ambele tipuri de celule - fig. 2.94.

Ficatul

Este cea mai mare glandă exocrină din organism, având o greutate de 1500 grame. Este situat sub bolta diafragmatică, în loja hepatică, și este acoperit de peritoneu. Prezintă o față superioară și una inferioară.

Fața superioară - fig. 2.95 - prezintă doi lobi (stâng și drept), delimitați de un ligament al peritoneului.

Fața inferioară prezintă patru lobi (stâng, drept, anterior și posterior), delimitați de trei șanțuri, dispuse sub forma literei H: *șanțul longitudinal drept*, care anterior prezintă vezicula biliară (colecist), *șanțul longitudinal stâng* și *șanțul transversal*, care prezintă *hilul* hepatic.

Hilul reprezintă locul de intrare a arterei hepatice, venei porte, a vaselor limfatice, a nervilor și locul de ieșire a celor două canale hepatice.

Structura ficatului este aceea a unui organ parenchimatos, acoperit de o capsulă ce pătrunde prin hil și formează septuri, care urmează traseul vaselor și împart prenchimul în *lobuli*. Lobulul reprezintă unitatea morfofuncțională a ficatului și are o formă piramidală. Între trei lobuli se delimitează un spațiu numit *portal*. Lobulul hepatic este format din: hepatocite, capilare sinusoide, vena centrolobulară, canalicule biliare intralobulare.

• *Hepatocitele* la un pol vin în contact cu capilarele sinusoide, iar la celălalt pol, cu canaliculele biliare. Hepatocitele sunt celule binucleate și sunt dispuse radiar, sub formă de cordoane, pe un schelet vascular.

• *Capilarele sinusoide* provin din ramurile venei porte. Ele se află între cordoanele radiare ale hepatocitelor și se varsă în vena centrolobulară - fig. 2.96.

La nivelul acestor capilare se varsă și sângele provenit din capilarizarea arterei hepatice. Peretele capilarelor sinusoide are o structură discontinuă, favorizând schimbul cu hepatocitele.

• *Vena centrolobulară* ia naștere din unirea capilarelor sinusoide și drenează atât sângele provenit din vena portă (neoxigenat), cât și din artera hepatică (oxigenat). Din confluarea venelor centrolobulare rezultă venele suprahepatice care, după ce ies din ficat, se deschid în vena cavă inferioară.

• *Canaliculele biliare.* Între două cordoane de hepatocite se găsesc spații numite *canalicule biliare intralobulare*. Acestea sunt lipsite de pereți proprii și reprezintă locul unde este vărsată bila de către hepatocite. La periferia lobulului, canaliculele capătă pereți proprii și prin unire, devin *canale biliare interlobulare*. Acestea confluează, formând, în final, două *canale hepatice*, care ies prin hil și se unesc, formând *canalul hepatic comun*.

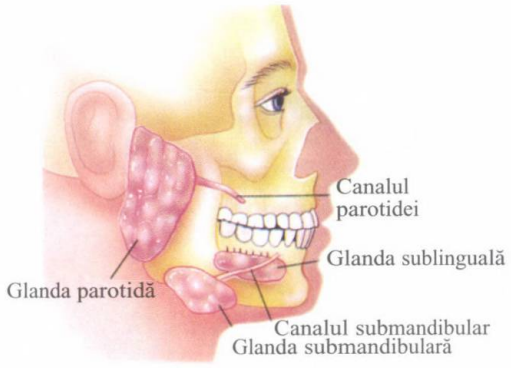


Fig. 2.94 *Glande salivare*

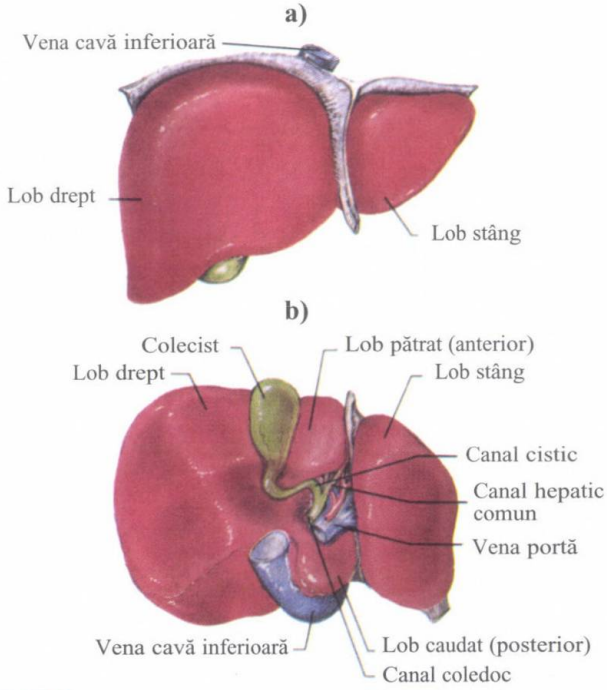


Fig. 2.95 *Ficatul – a) fața superioară b) fața inferioară*

Compară cele două fețe ale ficatului.

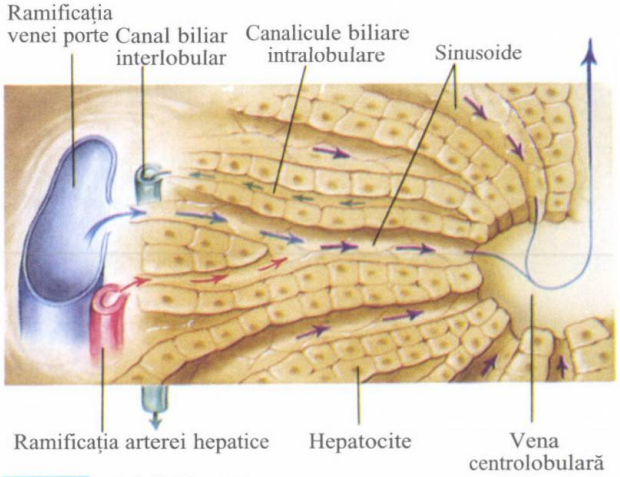


Fig. 2.96 *Lobulul hepatic*

Descrie circulația sângelui în interiorul lobului hepatic.

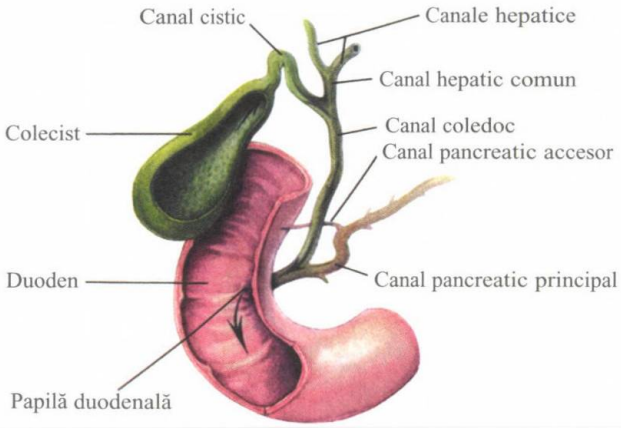


Fig. 2.97 *Canale biliare*

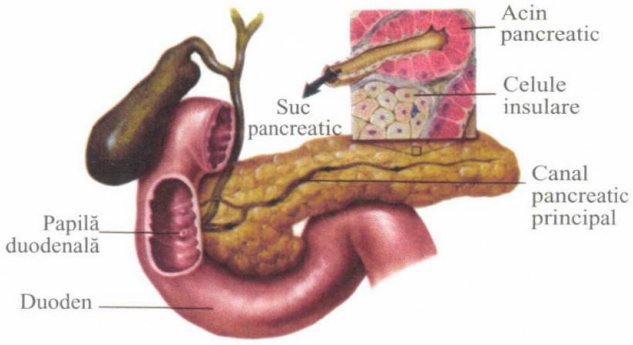


Fig. 2.98 *Pancreasul*

De la colecist pornește *canalul cistic*, ce se unește cu canalul hepatic comun, luând naștere *canalul coledoc*, care se deschide în duoden prin sfincterul Oddi, împreună cu canalul pancreatic principal - fig. 2.97.

Vascularizația ficatului este dublă: nutritivă și funcțională.

- Vascularizația nutritivă este asigurată de artera hepatică, ce se desprinde din trunchiul celiac și asigură aportul de nutrimente și oxigen.
- Vascularizația funcțională este asigurată de vena portă, ce ia naștere din unirea venelor care colectează sângele de la stomac, pancreas, intestin, splină și care transportă sânge cu nutrimente, absorbite la nivelul tubului digestiv. *Sistemul port* este un sistem care începe și se termină cu câte o rețea de capilare, între care există o venă. În acest caz vorbim despre: capilarele de la nivelul tubului digestiv → vena portă → capilarele sinusoide.

Pancreasul

Este o glandă mixtă, situată retroperitoneal (fața posterioară a sa aderă la peretele cavității abdominale, iar fața anterioară vine în contact cu peritoneul).

Prezintă trei regiuni: *cap,* cuprins în curbura duodenală ce pătrunde în cavitatea duodenului, *corp* și *coadă,* ce vine în contact cu splina. Porțiunea exocrină a glandei este reprezentată de *acinii pancreatici,* care secretă suc pancreatic.

Prin unirea canalelor acinilor iau naștere *canalul principal Wirsung,* ce străbate pancreasul de la coadă la cap, și *canalul accesor Santorini,* ce drenează acinii din regiunea capului pancreatic și se deschide fie în duoden, fie în canalul Wirsung - fig. 2.98.

Secreţiile glandelor anexe

Secreția	Organul secretor	Caracteristici fizico-chimice	Compoziția chimică
Salivă	Glandele salivare	Lichid incolor sau ușor opalescent, cu pH ușor acid (5,6-7)	Apă, săruri minerale, mucină, lizozim - substanță bactericidă - și amilază salivară sau ptialină - enzimă glicolitică
Suc gastric	Glandele gastrice	Lichid incolor sau ușor opalescent, cu pH puternic acid (1,5-2,5)	Apă, HCl, cloruri, fosfați, mucus (cu rol protector) și enzime: lipolitice (lipaza gastrică) și proteolitice (pepsina, gelatinaza, labfermentul - la sugari).
Bilă	Ficat	Lichid galben (provenind din ficat) sau verde (provenind din colecist) cu pH alcalin (7-8)	Apă, electroliți, pigmenți provenind din degradarea hematiilor (bilirubină și biliverdină), colesterol, lecitină, săruri biliare. Nu conține enzime, dar are rol în digestia lipidelor activând lipazele și reducând tensiunea superficială a lipidelor.
Suc pancreatic	Pancreas	pH alcalin (7-8), pentru neutralizarea acidității chimului gastric	Apă, bicarbonați, enzime: lipolitice (lipaza pancreatică); glicolitice (amilaza pancreatică); proteolitice (tripsina, chimotripsina, carboxipeptidaza, elastaza)
Suc intestinal	Glandele intestinale	Lichid incolor, inodor, cu pH alcalin(8,3)	Apă, bicarbonați, enzime (asociate enterocitelor): lipolitice (lipaza intestinală); glicolitice (dizaharidaze-maltaza, lactaza, zaharaza); proteolitice (peptidaze)

Fiziologia sistemului digestiv

Digestia cuprinde totalitate proceselor fizice și chimice suportate de alimente consecință a funcțiilor secretorie și motorie, pe care le au organele digestive.

Segmentul	Procese fizice	*Procese chimice
Cavitatea bucală (digestie bucală)	• Masticația - fărâmițarea, zdrobirea, măcinarea alimentelor cu ajutorul dinților și limbii • Dizolvarea în salivă a unor alimente • Impregnarea cu salivă și formarea bolului alimentar ce va fi înghițit (deglutuție)	• Hidroliza amidonului preparat termic sub acțiunea ptialinei, formându-se *dextrine* și *maltoză*
Stomac (digestie gastrică)	• Depozitarea temporară a alimentelor • Amestecarea alimentelor cu sucul gastric și formarea chimului gastric (rezultatul digestiei gastrice) • Evacuarea fracționată a chimului în duoden Aceste procese sunt consecința *funcției motorii* a stomacului, ce se realizează prin două tipuri de contracții: peristaltice - contracții și relaxări ale mușchilor circulari, propagându-se spre duoden; tonice - de adaptare la conținutul gastric, deci mișcări nepropagate	• Hidroliza proteinelor și lipidelor *Proteinele* sunt scindate până la *peptide*, sub acțiunea pepsinei (secretată ca pepsinogen și activată de HCl) *Cazeinogenul din lapte*, în prezența labfermentului și a ionilor de calciu, se transformă în *paracazeinat de calciu* (coagulează laptele) *Lipidele* emulsionate se transformă în **acizi grași** și **glicerol** sub acțiunea lipazei
Intestin subțire (digestie intestinală)	• Amestecarea chimului cu sucurile din intestin și formarea chilului intestinal • Înaintarea alimentelor spre intestinul gros Procesele fizice sunt consecința *activității motorii* a intestinului. Acesta prezintă unde lente electrice, care se propagă de la duoden spre ileon și creează condiții pentru apariția a trei tipuri de contracții: - de segmentare, care apar la intervale neregulate - peristaltice, unde de contracție circulare, ce se propagă spre intestinul gros - de pendulare, contracții ritmice ale anselor (bucle intestinale) • Absorbția nutrimentelor: **aminoacizi, acizi grași și glicerol, monozaharide**	• Acțiune combinată a bilei, sucului intestinal și pancreatic *Peptidele*, sub acțiunea protezelor pancreatice și intestinale, sunt transformate în **aminoacizi** *Lipidele neutre,* sub acțiunea lipazelor pancreatice și intestinale, sunt transformate în **acizi grași** și **glicerol** *Amidonul crud* și cel neatacat de ptialină, sub acțiunea amilazei pancreatice, este transformat în dizaharide, iar acestea, sub acțiunea dizaharidazelor intestinale, în **monozaharide**
Intestin gros	Prezintă mai multe tipuri de contracții: - staționare, în colonul proximal, care favorizează absorbția apei - peristaltice și segmentare, în colonul distal - în masă, în colonul descendent și sigmoid, care propulsează conținutul colic spre rect • Defecația este un lanț de reflexe în urma căruia bolul fecal (rezultatul activității fiziologice a intestinului gros) este eliminat din rect. Se realizează prin contracția mușchilor abdominali, a diafragmului și prin relaxarea sfincterelor anale	• Fermentație bacteriană, la nivelul colonului proximal, prin care glucidele nedigerate sunt transformate în acizi organici și gaze, de către bacteriile aerobe • Putrefacție, la nivelul colonului distal, prin care aminoacizii neabsorbiți sunt transformați în amine, amoniac (prin dezaminare și decarboxilare) și în gaze, de bacterii anaerobe. Produșii de putrefacție sunt toxici și vor fi detoxifiați în ficat, după care sunt eliminați prin urină

Absorbția nutrimentelor

Reprezintă procesul prin care nutrimentele străbat mucoasa intestinală, trecând în sânge sau limfă.

Absorbția se desfășoară, în procent de 90% în intestinul subțire și de 10% în stomac (apă, alcool, cloruri) și colon (apă, electroliți, vitamine).

Absorbția se realizează prin două mecanisme:

- pasive, fără consum de energie, în sensul gradientului de concentrație, fiind favorizat de mișcările vililor;
- activ, cu consum de energie, cu ajutorul unor transportori specifici.

Substanța absorbită	Tipuri de mecanisme implicate în absorbție
Monozaharide	– activ, pentru hexoze. De exemplu, glucoza se cuplează cu un „cărăuș" (același ca și pentru Na^+) de care disociază la polul sangvin al enterocitelor, glucoza trecând în sângele venei porte – pasiv, pentru unele pentoze
Proteine	– activ, la polul luminal al enterocitelor, iar la polul bazal difuzează (pasiv) în sângele portal – pasiv, atunci când aminoacizii au o concentrație mai mare în intestin decât în sânge – pinocitoză (vezicule) la nou-născuți, la care anticorpii din colostrul matern trec în acest fel în vena portă
Lipide	– pasiv, sub mai multe forme: • glicerina este hidrosolubilă și difuzează în sânge și limfă • acizii grași nu sunt hidrosolubili și se combină cu sărurile biliare formând *micele*, care sunt hidrosolubile. La polul apical al enterocitelor, *sărurile biliare* se desprind și vor fi reabsorbite în ileon. Prin vena portă ajung la ficat, unde stimulează secreția de bilă. Se formează, astfel, circuitul hepato-entero-hepatic. *Acizii grași* rezultați din disocierea micelelor sunt de două tipuri: cu lanț scurt (sub 10-12 atomi de carbon), care trec în sângele portal; cu lanț lung, care se combină cu glicerolul și resintetizează trigliceridele. Acestea trec în limfă, intrând în constituția chilomicronilor (împreună cu colesterolul, fosfolipidele și o parte proteică)
Apă	– pasiv, prin osmoză, în stomac, intestin subțire și gros
Minerale	– activ: Na^+, Ca^{2+}, Fe^{2+} – pasiv: Cl^-
Vitamine	– activ, cele hidrosolubile trecând în sângele portal – pasiv, cele liposolubile trecând în limfă

Noțiuni de igienă și patologie

Afecțiuni	Cauze	Simptome	Prevenire
Carii dentare	Colonii de bacterii care aderă la suprafața dinților și care secretă acizi ce vor forma o cavitate în dinți	Durere, inițial. Dacă avansează caria la pulpa dentară, durerile sunt intensificate la cald, rece, dulce, acru	• Prezentarea periodică la medic • Spălarea corectă a dinților • Igienă riguroasă a cavității bucale • Igienă riguroasă a mâinilor • Folosirea produselor alimentare, carne, ouă și lapte, în special, doar dacă au fost avizate sanitar-veterinar • Consumarea fructelor și legumelor proaspete, doar dacă au fost bine spălate • Nu țineți creioanele și degetele în gură
Stomatită	Factori infecțioși, care determină inflamația mucoasei bucale	Mucoasa este tumefiată, dureroasă, uneori cu vezicule sau ulcerații	
Faringită	Factori virali sau bacterieni, care determină inflamația mucoasei faringiene	Febră, dureri în gât, răgușeală, tuse, depozite de puroi, inflamarea unor ganglioni	
Enterită	Cauze infecțioase, care determină inflamația mucoasei intestinului subțire. Inflamația se poate extinde la colon (enterocolită)	Dureri abdominale, grețuri, vărsături, tulburări de tranzit intestinal, balonări, lipsa poftei de mâncare	
Ocluzie intestinală	Obstruarea (astuparea) lumenului intestinal, provocată de tumori, strangulații ale anselor intestinale	Dureri abdominale intense, de tip colică, zgomote abdominale, vărsături, încetarea defecației	
Ciroză hepatică	Factori infecțioși (virusuri hepatice), consum cronic de alcool, care duc la inflamația ficatului și la înlocuirea hepatocitelor cu țesut fibros, urmată de atrofia ficatului	Lipsa poftei de mâncare, oboseală, grețuri, balonări, sângerări din nas și gingii, dezvoltare de lichid în cavitatea peritoneală, dilatarea vaselor stomacului și esofagului	
Litiază biliară	Staza biliară, modificarea compoziției bilei, ceea ce duce la formarea calculilor. Aceștia conțin colesterol sau pigmenți	Dureri în zona ficatului, care iradiază în umăr sau în spate, intoleranță la grăsimi, uneori icter, febră, gust amar	

Pancreatită	Litiază biliară, traumatisme, obezitate și alți factori care activează proenzimele, ducând la autodistrugerea pancreasului	Durere atroce, șocantă, care difuzează în tot abdomenul, vărsături, balonare, constipație, buze și obraji roșii	• Combaterea muștelor din încăperi, căci pot contamina alimentele cu germeni • Regim alimentar echilibrat • Practicarea exercițiilor fizice
Diaree	Toxiinfecții alimentare, colite, tumori, deficiențe de secreții digestive	Eliminare rapidă a unor scaune de consistență scăzută, uneori cu mucozități, sânge	
Constipație	Sedentarism, greșeli de alimentație, factori psihici, tulburări hormonale	Evacuare rară (la peste 24 ore), dificilă, incompletă și de consistență crescută	

SINTEZĂ

- Sistemul digestiv este format din tub digestiv (cavitate bucală, faringe, esofag, stomac, intestin subțire și intestin gros) și glande anexe (glande salivare, ficat, pancreas), ce își elimină produșii de secreție la nivelul cavităților tubului digestiv.
- Glucidele sunt degradate, în cavitatea bucală, de către ptialină; în duoden, de amilaza pancreatică și de dizaharidaze. La sfârșitul digestiei se regăsesc ca monozaharide, mai ales ca glucoză.
- Proteinele sunt hidrolizate până la peptone, în stomac, de către pepsină; în intestinul subțire, proteazele pancreatice scindează peptonele în peptide scurte, apoi peptidazele le descompun în aminoacizi.
- Grăsimile sunt scindate în acizi grași și glicerol de lipazele gastrică (în stomac), pancreatică și intestinală (la nivelul intestinului subțire).
- Nutrimentele sunt absorbite la nivelul intestinului subțire, grație vilozităților intestinale.
- Rezultatul digestiei succesive este numit bol alimentar în cavitatea bucală, chim în stomac, și chil în intestinul subțire. Rezultatul activității fiziologice a intestinului gros este bolul fecal.

TEME

I. Răspunde la următoarele întrebări:

- De ce este necesară mestecarea lentă a alimentelor?
- Care este rolul bicarbonaților din sucurile pancreatic și intestinal?
- Definește următorii termeni: deglutiție, chim gastric, vilozitate intestinală, pigmenți biliari.

II. Selectează răspunsul corect:

Care din următoarele glande nu are rol digestiv: a) ficat; b) pancreas; c) timus; d) glande salivare.

III. Ordonează corect următoarele segmente ale tubului digestiv și descrie, succint, funcțiile lor: duoden, faringe, colon, stomac, esofag.

IV. Eseu structurat. Alcătuiește un eseu cu tema „Transformările digestive ale proteinelor" după următorul plan: segmentele tubului digestiv, unde are loc digestia proteinelor, procesele implicate, enzimele proteolitice, produșii rezultați, mecanismul de absorbție

Activitate în perechi • Formulați o ipoteză

Exercițiile fizice pot combate constipația.
Care este mecanismul implicat?

Aplicații practice

- **Evidențierea mucinei din salivă**

Într-o eprubetă cu salivă, turnați o soluție de acid acetic. Precipitatul care se formează indică prezența mucinei.

- **Evidențierea acțiunii ptialinei asupra glucidelor**

Materiale necesare: eprubete numerotate, stativ, pipete, spirtieră, pahar Berzelius, iod în iodură de potasiu (IIK), amidon fiert în apă, soluție Fehling.

Realizarea probelor:

– în eprubeta 1 puneți soluție de amidon și IIK; conținutul se colorează în albastru (reacție chimică de identificare a amidonului);
– în eprubeta 2 puneți soluție de amidon, salivă și IIK. După agitare se observă că soluția are tot culoarea albastră;
– în eprubeta 3 puneți soluție de amidon, salivă, dar adăugați IIK după 10 minute. Ce culoare apare și cum explicați?
– în eprubeta 4 procedați ca în cazul anterior, dar folosiți salivă fiartă. Comparați cele două probe. Care este concluzia?
– în eprubeta 5 puneți soluție de amidon, salivă și, după 15 minute, reactivul Fehling. Precipitatul roșu-cărămiziu (oxid cupros) care se formează demonstrează prezența dizaharidelor?

- **Evidențierea rolului bilei asupra lipidelor**

Într-o eprubetă puneți apă și ulei, iar într-o altă eprubetă, puneți apă, ulei și bilă. Agitați puternic ambele eprubete. În care dintre ele emulsia are un caracter permanent? Pe ce proprietăți fizico-chimice se bazează caracterul permanent al emulsionării lipidelor de către bilă?

SÂNGELE

AMINTEȘTE-ȚI

- Care sunt componentele sângelui?
- Ce rol au acestea?
- Care sunt grupele de sânge?

Sângele este un țesut fluid, o varitate a țesutului conjunctiv, cu rol vital în menținerea homeostaziei. Reprezintă 8% din greutatea corpului și este format din plasmă și elemente figurate.

Elementele figurate (40-45% din sânge) sunt reprezentate de globule albe, globule roșii și trombocite.

Elemente figurate	Caracteristici
Globule roșii (eritrocite, hematii)	Între 4-5 milioane/mm³ de sânge Au formă de disc biconcav Sunt anucleate Au culoare roșie, dată de hemoglobină Durata medie de viață este de 120 de zile Transportă gaze respiratorii
Globule albe (leucocite)	Între 4000-80000/mm³ de sânge Sunt celule nucleate, mobile Emit pseudopode
• Granulare Bazofile	Între 20-50/mm³ de sânge Celule sferice cu nucleu lobat În citoplasmă au granulații care se colorează în albastru cu coloranți bazici Intervin în stadii tardive ale inflamațiilor și în coagulare (au heparină – substanță anticoagulantă)
Eozinofile	Între 100-400/mm³ de sânge Celule sferice cu nucleu bilobat În citoplasmă au granulații ce se colorează în roșu cu coloranți acizi Numărul lor crește în boli alergice și parazitare
Neutrofile	Între 3000-7000/mm³ de sânge Celule sferice cu nucleu multilobat În citoplasmă au granulații ce se colorează în roz cu coloranți neutri Fagocitează microorganisme, ajungând primele la țesutul afectat
• Agranulare Limfocite B	Între 1500-3000/mm³ de sânge Celule sferice cu nucleu mare, rotund Produc anticorpi (limfocitele B) sau interacționează cu antigenele (limfocitele T)
Limfocite T	
Monocite	Între 100-700/mm³ de sânge Celule sferice, cu nucleu rotund sau lobat În țesuturi se transformă în macrofage având capacitate de fagocitare
Trombocite	Între 250.000-300.000/mm³ de sânge Nu au nucleu, fiind fragmente de celule Intervin în coagularea sângelui

Plasma reprezintă 55-60 % din sânge.

Componente	Rol	Origine
Apa (90-92%)	Menţin volemia (volumul sângelui) Transportă diferite substanţe	Absorbită din intestin
Proteine albumine fibrinogen globuline	Menţin volemia şi presiunea arterială Coagulare Imunitate, transport	Ficat
Săruri (sub 1%)	Menţin presiunea osmotică şi pH-ul	Absorbite din intestin
Gaze oxigen CO_2	Respiraţie celulară Produs final al metabolismului	Plămâni Ţesuturi
Nutrimente monozaharide acizi graşi şi glicerol aminoacizi	Rol metabolic şi energetic	Absorbite din intestin
Uree	Rezultat al catabolismului proteic	Ficat
Hormoni, vitamine etc.	Metabolic	Diverse

- Procesul de formare a eritrocitelor se numeşte **eritropoieză** şi se realizează în măduva roşie (ţesut mieloid), sub influenţa unui hormon produs de rinichi (eritropoietină).
- Distrugerea eritrocitelor se numeşte **hemoliză** şi se realizează în ficat, splină, măduva oaselor.
- Formarea leucocitelor se numeşte **leucopoieză** - fig. 2.99 - şi se realizează în măduva oaselor şi în ţesutul limfoid din ganglionii limfatici, splină, timus, amigdale.

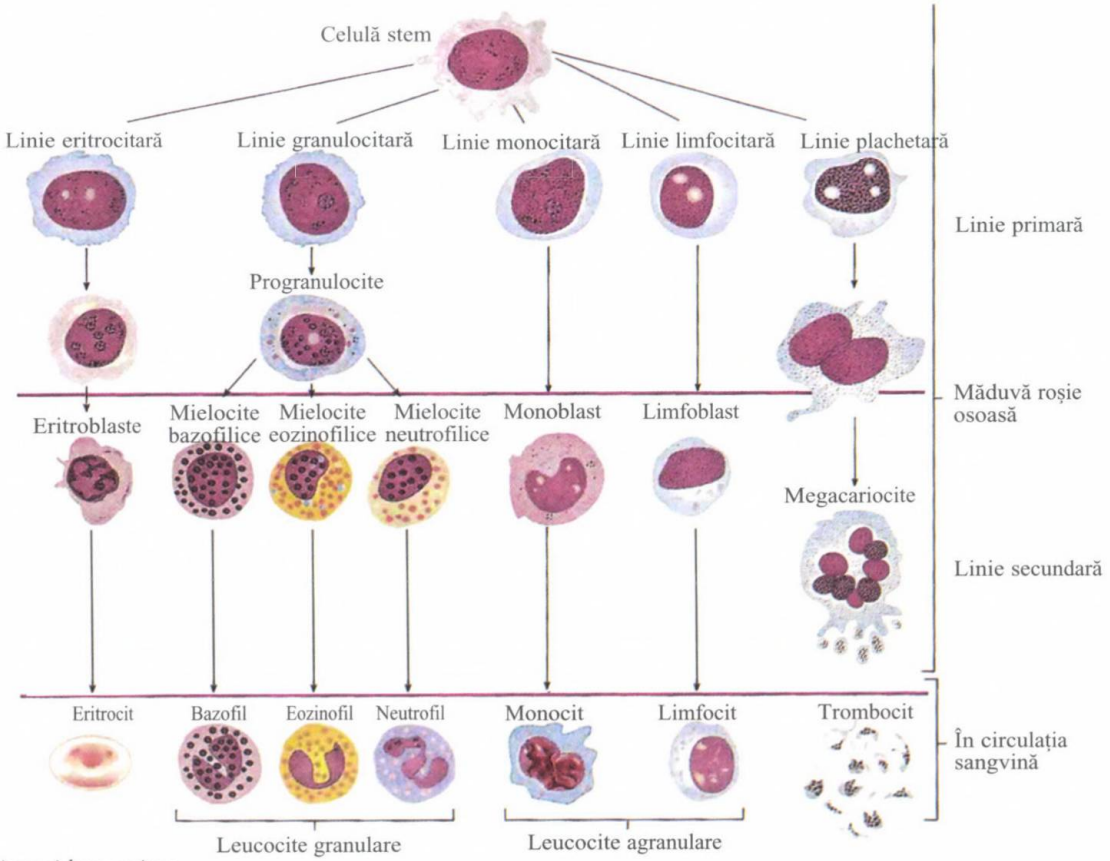


Fig. 2.99 *Eritropoieza şi leucopoieza*

Astfel, macrofagele din sânge pot ieși și participa la atacul agresorilor. Ca urmare a răspunsului inflamator, rana se înroșește și se umflă, apărând și durerea cauzată de compresiunea asupra terminațiilor nervoase. Primele sosite la locul agresiunii sunt neutrofilele și monocitele, care ies din vas prin diapedeză - fig. 2.103 - și fagocitează bacterii, resturi celulare.

Dacă agresorul este un virus, celulele atacate eliberează molecule proteice ca interferonul, ce stimulează celulele învecinate să producă enzime care împiedică formarea capsulei virale.

● **Imunitatea specifică** este asigurată cu ajutorul limfocitelor. Limfocitele sunt de două tipuri - fig. 2.104:

– *limfocite B*, care se formează și se diferențiază în măduva roșie osoasă, fiind responsabile de imunitatea umorală. La contactul cu antigenul, limfocitele B dau naștere la două linii de celule: unele care produc anticorpi (proteine care neutralizează antigenele) și o altă linie de celule (cu memorie), ai cărei anticorpi rămân în organism și reacționează prompt la un nou contact cu agresorul (imunitate naturală).

– *limfocite T*, care se formează tot în măduva oaselor, dar se diferențiază în timus, fiind responsabile de imunitatea celulară. Limfocitele T nu produc anticorpi, ci recunosc celulele organismului care au fost invadate de agenți patogeni, moment în care se diferențiază și ele în două linii celulare. O linie este activă imediat, fiind reprezentată de celulele T:

helper – stimulează activitatea altor celule T și B;

citotoxic (killer) – distrug celulele corpului invadate de agresori;

supresoare – inhibă funcția imunitară a altor limfocite.

O a doua linie de celule T este reprezentată de celulele T cu memorie.

Vaccinuri și seruri

Profilaxia unor boli infecțioase cu ajutorul **vaccinurilor** constă în introducerea de antigene care au pierdut capacitatea de producere a bolii, adică nu mai sunt virulente, dar sunt în măsură să stimuleze formarea de anticorpi. Procesul este utilizat când boala infecțioasă nu este prezentă. Această metodă produce **imunitatea artificială activă**, cu efecte de lungă durată.

Unele vaccinuri asigură o imunitate *permanentă*, altele numai *temporară* (câteva luni).

Dacă boala este deja în acțiune, vaccinarea nu poate fi efectuată, deoarece răspunsul imun cere un timp oarecum îndelungat.

Se recurge în acest caz la profilaxia **serului** (seroprofilaxie), adică la administrarea de anticorpi sintetizați într-un alt organism; un astfel de procedeu provoacă o **imunitate artificială pasivă**.

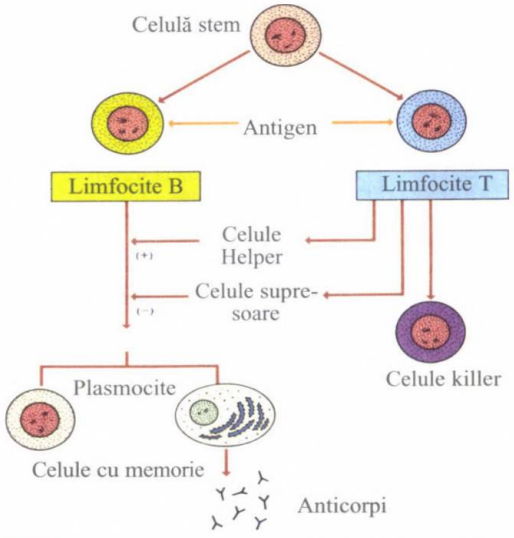


Fig. 2.104 *Formarea și diferențierea limfocitelor T și B*

Noțiuni de igienă și patologie

Afecțiuni	Cauze	Simptome	Prevenire
Leucemii	Creșterea numărului de leucocite prin afectarea măduvei osoase (caz în care predomină granulocitele), sau a organelor limfatice (caz în care predomină limfocitele)	• Anemii grave • Hemoragii cauzate de scăderea numărului trombocitelor	•Alimentație echilibrată, variată, bogată în legume (spanac, urzici, ștevie, salată verde etc.), fructe (caise, piersici, prune, stafide, curmale etc.), ficat și rinichi
Anemii • **posthemoragice** • **feriprive** • **hemolitice** • **prin defect de generare a eritrocitelor** • **pernicioase**	Scăderea numărului de globule roșii în urma unei hemoragii Hematii cu încărcare redusă de hemoglobină, ca o consecință a lipsei fierului Distrugere accentuată a hematiilor Incapacitatea măduvei osoase de a produce hematii Deficit de maturare a eritrocitelor, din cauza lipsei vitaminei B12 sau a acidul folic	• Paliditatea tegumentelor • Slăbiciune • Amețeală • Uneori, tulburări ale stării de cunoștință	

CIRCULAȚIA

AMINTEȘTE-ȚI

- Care sunt cavitățile inimii?
- Ce este circulația dublă?
- Care sunt vasele de sânge și ce rol au?

În corpul uman, trecerea substanțelor din mediul extern în cel intern, și invers, ca și comunicarea cu fiecare celulă în parte, nu sunt imediate, ci mediate de sistemul circulator. Există un sistem circulator cardiovascular și un sistem circulator limfatic.

Sistemul circulator cardiovascular

Sistemul circulator cardiovascular este format din **inimă** și **vase de sânge**.

Inima

Inima este un organ cavitar, așezat în cavitatea toracică, între cei doi plămâni. Are formă de con și este acoperită de pericard. Peretele inimii este alcătuit din trei straturi:

– *epicard,* foiță internă a pericardului;

– *miocard*, alcătuit din fibre musculare striate de tip cardiac;

– *endocard,* situat sub miocard și care se continuă la nivelul vaselor de sânge cu endoteliul vascular.

Inima este împărțită în două jumătăți, dreaptă și stângă, separate de un sept vertical. Fiecare jumătate este formată din două cavități: superioară, numită atriu și inferioară, numită ventricul. Atriul și ventriculul de pe aceeași parte comunică între ele printr-un orificiu atrio-ventricular, prevăzut cu valve tricuspidă, pentru partea dreaptă, și bicuspidă, pentru partea stângă. Cuspidele valvelor sunt orientate spre ventricul și se prind pe niște corzi tendinoase care, la rândul lor, se prind pe pereții ventriculari prin mușchii papilari - fig. 2.107.

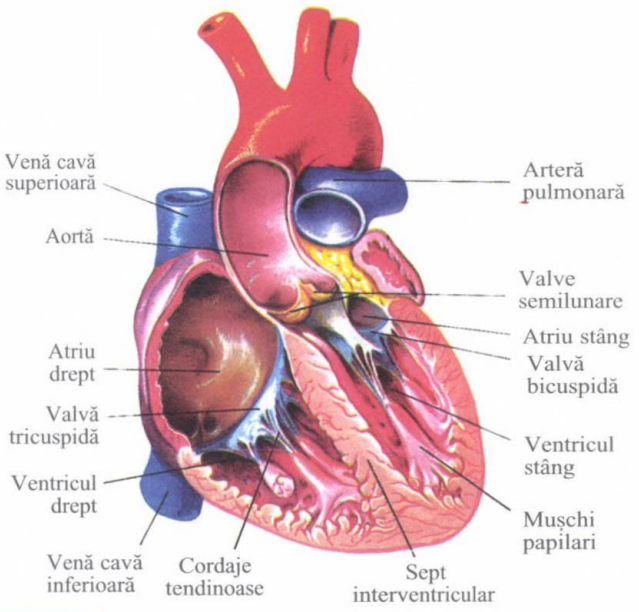


Fig. 2.107 *Structura inimii*

Compară miocardul ventricular cu cel atrial. Care miocard este mai bine dezvoltat și de ce?

Vascularizația inimii

Este asigurată de cele două artere coronare (dreaptă și stângă), ce se desprind din porțiunea inițială a arterei aorte.

Ramurile arterelor coronare nu se unesc cu ramurile învecinate (nu se anastomozează), deci fiecare ramură irigă un anumit teritoriu - fig. 2.108.

De aceea, dacă o ramură se obstruează (se astupă), teritoriul respectiv nu mai primește substanțe nutritive și oxigen și se necrozează (apare infarctul).

Sângele venos este colectat de venele coronare ce se deschid în sinusul coronar.

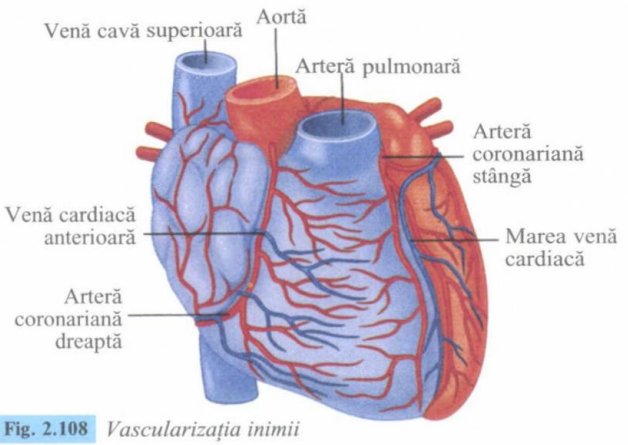


Fig. 2.108 *Vascularizația inimii*

Fiziologia inimii

Inima funcționează ca o pompă, trimițând sângele prin artere și primindu-l prin vene. Această funcție este consecința proprietăților pe care le are miocardul.

- *excitabilitatea* – proprietatea celulelor musculare de a răspunde printr-un potențial de acțiune propagat la acțiunea unui stimul prag, conform legii „tot sau nimic";
- *automatismul* (ritmicitatea) – proprietatea miocardului de a se contracta ritmic, ca urmare a impulsurilor generate de sistemul *excito-conducător* (nodal). Acesta se găsește în miocard, fiind format din celule musculare modificate. În alcătuirea sa intră:

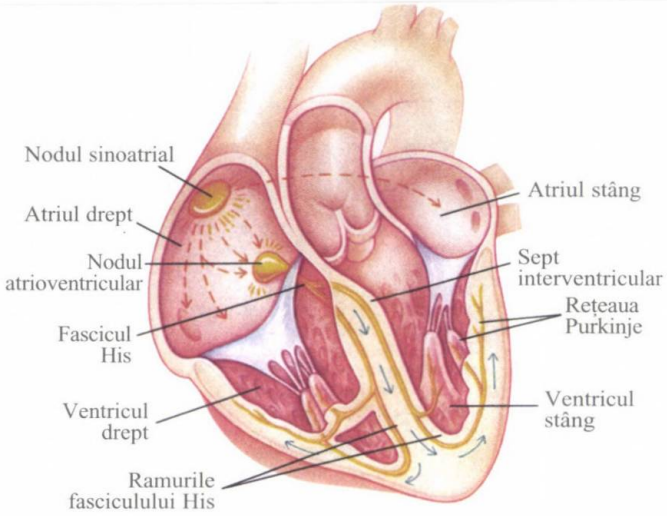


Fig. 2.109 *Sistemul excito-conducător*

Descrie propagarea impulsurilor generate de sistemul excito-conducător.

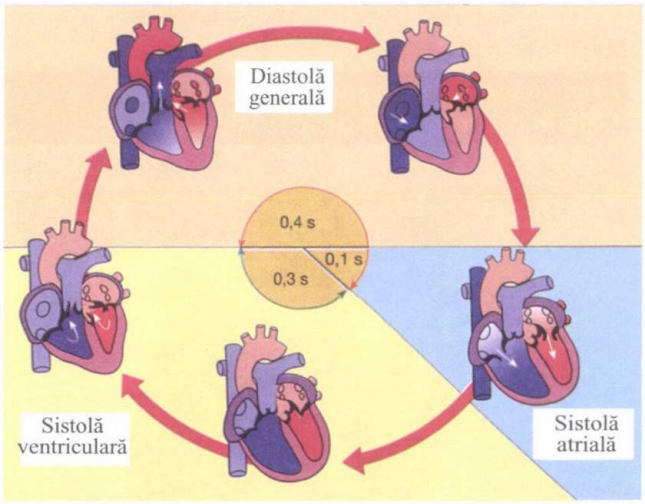


Fig. 2.110 *Ciclul cardiac*

Descrie etapele ciclului cardiac.
De ce sistolele durează mai puțin decât diastolele?

– nodulul sinoatrial, situat în atriul drept, în apropierea orificiului de vărsare a venei cave superioare, determinând o frecvență de 70-80 contracții/minut.

– nodulul atrioventricular, situat în septul interatrial și care imprimă un ritm de 40 bătăi/minut, în cazul în care nodulul sinoatrial este scos din funcție.

– fasciculul His, situat în septul interventricular, fascicul ce se bifurcă în două ramuri (câte una pentru fiecare ventricul) care vor da naștere rețelei Purkinje în pereții ventriculari. Frecvența descărcărilor fasciculului His este de 20-25 contracții/minut. Acest centru poate funcționa doar în cazul întreruperii conducerii atrioventriculare - fig. 2.109;

- *conductibilitatea* – reprezintă proprietatea de a conduce potențiale de acțiune generate de nodulul sinoatrial, întâi în miocardul atrial și apoi în cel ventricular;
- *contractilitatea* – proprietatea de a se contracta când este stimulat adecvat. Contracțiile se numesc *sistole,* iar relaxările, *diastole*. Contractilitatea este un proces care necesită energie furnizată de ATP, în condițiile unui aport corespunzător de oxigen (inima nu poate face „datorie de oxigen" ca mușchiul striat).

Ciclul cardiac

Ciclul cardiac - fig. 2.110 - cuprinde *o sistolă* și *o diastolă* și durează 0,8 secunde.

El începe cu sistola atrială, care durează 0,1 secunde. În acest timp, sângele adus de vene trece în ventricule prin orificiile atrioventriculare. După sistola atrială urmează diastola atrială, cu o durată de 0,7 secunde.

Sistola ventriculară urmează celei atriale. Ea durează 0,3 secunde și se desfășoară în timpul diastolei atriale. Între sistola atrială și cea ventriculară există un decalaj de timp necesar conducerii potențialelor de acțiune de la nodulul sinoatrial la miocardul ventricular. În prima parte a sistolei ventriculare, datorită creșterii presiunii intraventriculare, se vor închide orificiile atrioventriculare. În a doua parte, presiunea intraventriculară crescând, se vor deschide valvulele semilunare de la baza arterelor, sângele fiind expulzat în aortă (cu o presiune de 120-140 mmHg) și în trunchiul arterei pulmonare (cu o presiune de 25 mmHg). În repaus, volumul de sânge expulzat la o sistolă ventriculară este de 75-80 ml, reprezentând *debitul sistolic*. Prin înmulțirea debitului sistolic cu frecvența cardiacă se obține *debitul cardiac*.

După sistola ventriculară urmează diastola ventriculară, care durează 0,5 secunde. În timpul diastolei presiunea intraventriculară scade rapid, ajungând sub valoarea celei din arterele mari, ceea ce determină închiderea valvulelor semilunare, moment în care presiunea în aortă ajunge la 70-80 mmHg. Presiunea intraventriculară continuă să scadă până când va ajunge sub valoarea celei intraatriale, ceea ce determină deschiderea

orificiilor atrioventriculare. Astfel începe umplerea cu sânge a ventriculelor, acesta scurgându-se din atrii în mod pasiv, în proporție de 70-80%, înainte de declanșarea sistolei atriale.

De la sfârșitul sistolei ventriculare până la începutul unei noi sistole atriale trec 0,4 secunde, reprezentând durata diastolei generale, după care ciclul se reia.

- Manifestările care însoțesc ciclul cardiac sunt: electrice, mecanice și acustice.

*Manifestările electrice se pot înregistra cu ajutorul electrocardiografului, ai cărui electrozi culeg, la suprafața corpului, variațiile de potențial de acțiune ce însoțesc activitatea inimii. Înregistrarea obținută se numește electrocardiogramă (EKG) - fig. 2.111.

Manifestările mecanice sunt reprezentate de expansiunea toracelui, în zona vârfului inimii și de expansiunea pereților arteriali în momentul sistolei ventriculare.

Manifestările acustice sunt reprezentate de zgomotele generate de activitatea mecanică a inimii. Ele pot fi ascultate cu ajutorul stetoscopului și pot fi înregistrate, obținându-se o fonocardiogramă. Zgomotele care se succed sunt două:

– zgomotul I, sistolic, este determinat de închiderea valvelor atrioventriculare la începutul sistolei ventriculare. Este un sunet grav, prelung;

– zgomotul II, diastolic, este determinat de închiderea valvelor semilunare. Este un sunet mai acut și mai scurt.

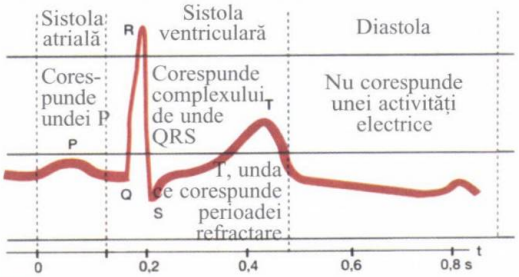


Fig.2.111 **Electrocardiograma*

Descrie corespondența dintre etapele ciclului cardiac și undele înregistrate pe E.K.G.

Vasele de sânge

Sunt reprezentate de:

– *artere*, vase care pleacă de la inimă;

– *vene*, vase care vin la inimă;

– *capilare*, vase fine, care fac legătura dintre artere și vene sau se anastomozează în rețele.

Arterele și venele au peretele format din trei straturi, iar capilarele, dintr-un singur strat - fig. 2.112.

Sistemul arterial își are originea în *trunchiul arterei pulmonare* și în *aortă* - fig. 2.113.

- *Trunchiul arterei pulmonare* pornește din ventriculul drept cu sânge neoxigenat, și se ramifică în două artere pulmonare (dreaptă și stângă), câte una pentru fiecare plămân.

- *Artera aortă* pornește din ventriculul stâng cu sânge oxigenat, se curbează spre stânga și are un traseu descendent până la nivelul L 4 unde se bifurcă, formând cele două artere iliace comune, care se distribuie membrelor inferioare.

De-a lungul acestui traseu, din aortă se desprind diverse artere, prin care sângele oxigenat ajunge la organe.

***Circulația sângelui în artere** este determinată de activitatea ritmică a cordului, dar este influențată și de: elasticitatea arterelor mari, care asigură curgerea în flux

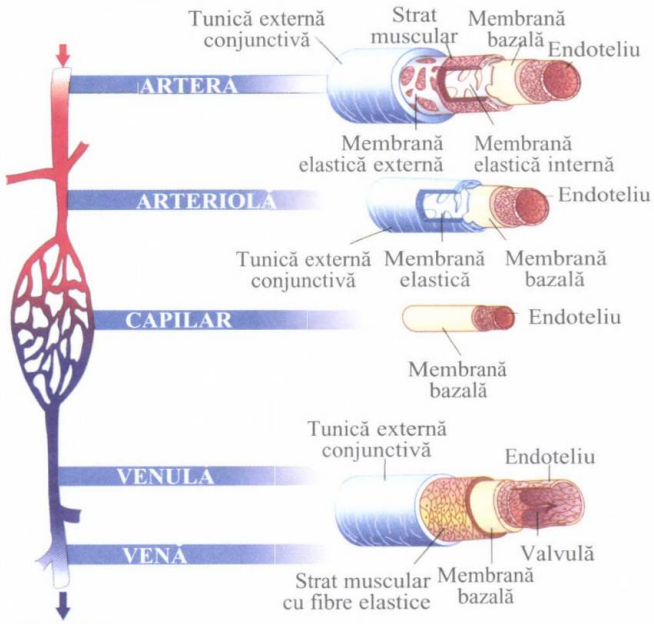


Fig. 2.112 *Structura vaselor de sânge*

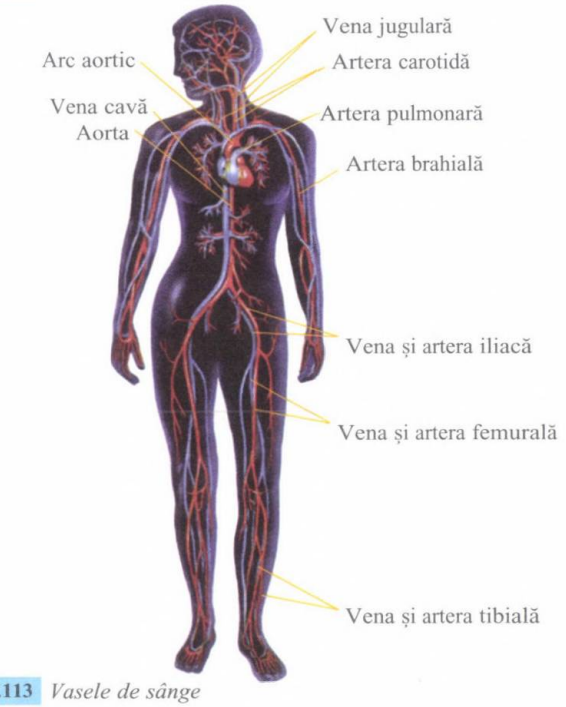


Fig. 2.113 *Vasele de sânge*

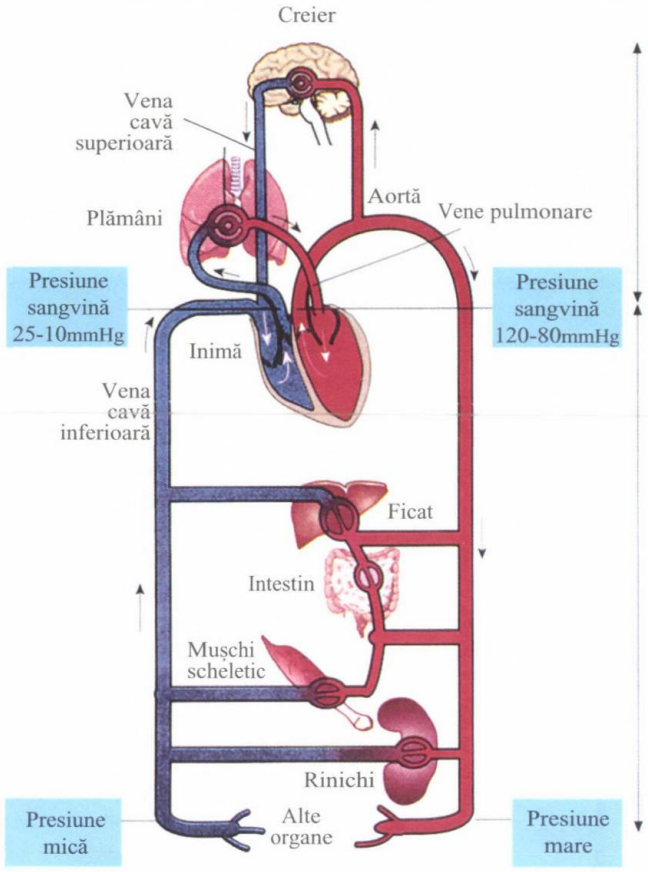


Fig. 2.114 *Mica și marea circulație*

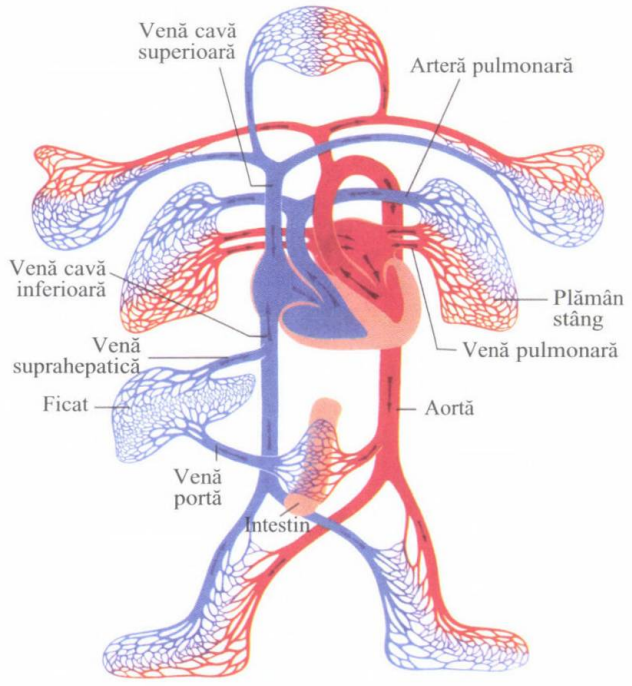


Fig. 2.115 *Mica și marea circulație*

continuu a sângelui, vâscozitatea sângelui, variațiile calibrului vascular al arterelor mici și arteriolelor.

- Presiunea arterială reprezintă presiunea cu care sângele circulă în artere și care se transmite pereților vasculari.

Valoarea maximă de 120-140 mmHg se atinge în timpul sistolei ventriculare, iar cea minimă, de 70-80 mmHg, se înregistrează în timpul diastolei ventriculare. Determinarea presiunii arteriale se realizează cu ajutorul tensiometrului.

- Pulsul arterial: evacuarea bruscă a sângelui din ventriculul stâng determină distensia pereților aortei, distensie care se propagă cu o viteză de zece ori mai mare decât cea a fluxului sangvin. Perceperea pulsului se face prin comprimarea unei artere pe un plan osos.

Sistemul venos își are originea în capătul venos al capilarelor și se termină la inimă prin:

- *vena cavă inferioară*, care colectează sângele neoxigenat de la organele abdominale și membrele inferioare, luând naștere prin unirea celor două vene iliace comune. De-a lungul traseului ascendent spre inimă, vena cavă inferioară primește sângele adus de diversele vene din partea inferioară a corpului;
- *vena cavă superioară* drenează sângele neoxigenat adus de venele de la organele capului, gâtului, membrelor superioare și toracelui.

Ambele vene cave se deschid în atriul drept - fig. 2.114.

- *Venele pulmonare* aduc sângele oxigenat de la plămâni în atriul stâng.

***Circulația sângelui în vene**, mai lentă decât în artere, crește progresiv spre inimă, datorită:

– creșterii diametrului venelor, concomitent cu scăderea presiunii sângelui;

– contracției ventriculare, care scade presiunea intraatrială, prin coborârea planșeului atrioventricular;

– pulsației arterelor, deoarece sunt comprimate venele ce se găsesc în apropierea lor;

– contracției mușchilor scheletici;

– presiunii sângelui din capilare, care împinge sângele spre venele mari;

–valvulelor formate de endoteliul venelor aflate sub inimă;

– gravitației, în cazul venelor situate deasupra inimii.

Mica și marea circulație

Vasele de sânge care transportă sângele neoxigenat la plămâni (trunchiul arterei pulmonare și arterele pulmonare dreaptă și stângă) și cele care aduc sângele oxigenat de la plămâni la inimă (venele pulmonare) fac parte din **mica circulație**.

Vasele de sânge care transportă sângele oxigenat de la inimă la țesuturi (aorta și ramurile ei) și vasele care aduc sângele neoxigenat la inimă (toate venele, cu excepția celor pulmonare) fac parte din **marea circulație** - fig. 2.115.

*Reglarea activității cardiovasculare

Se realizează prin mecanisme nervoase, umorale, locale, bazate pe feedback negativ.

Reglarea nervoasă:

– *reglarea umorală* se realizează prin intermediul mediatorilor chimici ai SNV, al gazelor respiratorii, electroliților, variațiilor de pH;

– *reglarea locală* este realizată de factori vasodilatatori locali, ce se activează datorită intensificării metabolismului, acidozei tisulare, creșterii temperaturii locale și a concentrației de CO_2 și scăderii concentrației de oxigen.

Mecanismele nervoase care contribuie la reglarea nervoasă sunt:

- receptorii, reprezentați de baro- și chemoreceptori, localizați în cord și în vasele mari;
- calea aferentă, reprezentată de fibrele parasimpatice ale nervilor IX și X și de fibrele simpatice din ganglionii cervico-toracali medulari, la care se adaugă fibrele senzitive provenite de la piele, viscere, mușchi;
- centrii nervoși, situați la următoarele niveluri:

– măduva spinării, unde se află centrii simpatici cardioacceleratori și vasoconstrictori;

– formațiunea reticulată bulbopontină, unde se află centrii simpatici și parasimpatici;

– hipotalamusul, care determină modificări adaptative legate de schimbarea temperaturii;

– sistemul limbic, care determină modificări cardiovasculare, consecutive unor stări emoționale;

– neocortexul, care controlează centrii inferiori;

- calea eferentă parasimpatică, asigurată de fibre preganglionare ale nervului X, care fac sinapsă în miocard cu fibrele postganglionare, ce se distribuie la nodulul sinoatrial, cu rol inhibitor. Asupra vaselor exercită rol dilatator.

Calea eferentă simpatică intră în alcătuirea nervilor cardiaci, formând plexul cardiac ce se distribuie la țesutul nodal și miocard, intensificând activitatea cardiacă. Asupra vaselor exercită rol constrictor - fig. 2.116.

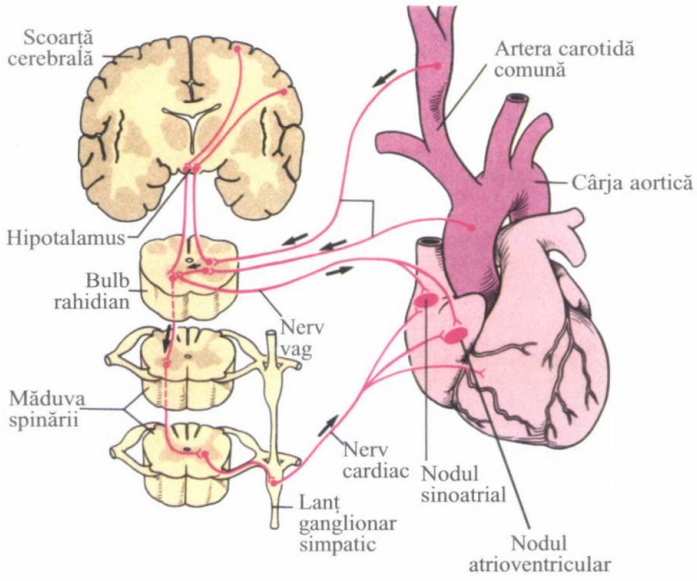


Fig. 2.116 *Reglarea activității cardiovasculare*

Descrie mecanismul reglării nervoase a activității cardiovasculare.

*Sistemul limfatic

La nivelul capilarelor, o parte a plasmei trece din vasele de sânge în spațiul intercelular, ca lichid interstițial. Prin intermediul acestuia se realizează schimburile dintre sânge și celule. O parte a lichidului interstițial este preluată de capilarele limfatice, devenind **limfă** - fig. 2.117.

- *Capilarele limfatice* se termină în „fund de sac" în spațiul intercelular și au structură asemănătoare cu cele sangvine.

Prin unirea capilarelor limfatice iau naștere vasele limfatice care în final formează două vase mari colectoare:

– *ductul limfatic drept*, ce colectează limfa din jumătatea supradiafragmatică dreaptă și o varsă în vena subclaviculară dreaptă;

– *ductul toracic*, cel mai mare colector limfatic, ce adună limfa din celelalte zone ale corpului.

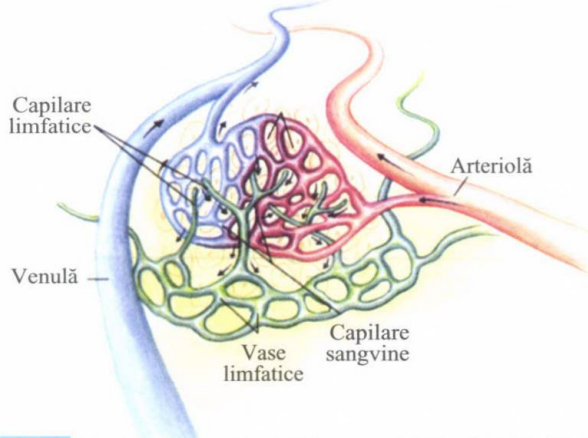


Fig. 2.117 *Corelația dintre circulația sangvină și circulația limfatică*

Descrie procesul de formare a limfei.

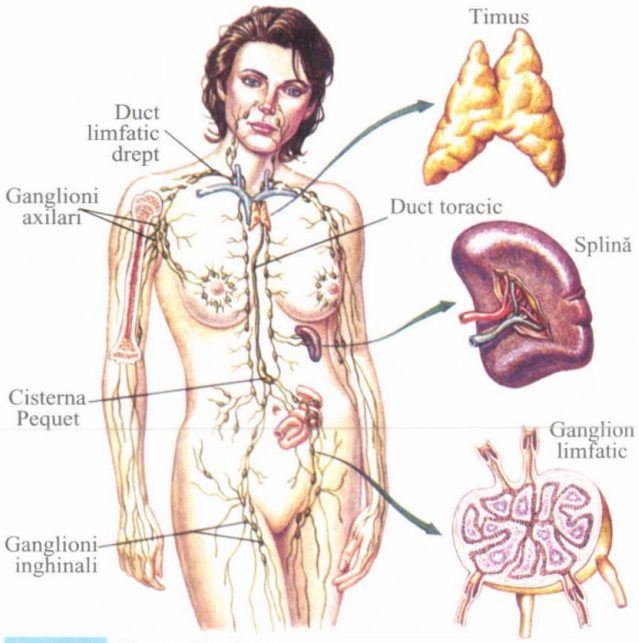


Fig. 2.118 *Sistemul limfatic*

Acesta începe printr-o porțiune dilatată, numită cisterna Pequet și se varsă în vena subclaviculară stângă.

- *Vasele limfatice* au pereții formați din trei tunici, asemănându-se cu venele. De-a lungul vaselor limfatice se găsesc ganglioni limfatici - fig. 2.118.
- *Ganglionii limfatici* sunt protejați de o capsulă ce trimite septuri spre interior. Au o zonă corticală în care se găsesc foliculi limfatici și o zonă medulară, în care se găsesc cordoane de țesut limfoid. Ganglionii formează o barieră împotriva răspândirii microbilor, producând limfocite.

Sistemul limfatic, în afară de vase și ganglioni, include și *organe limfoide*.

- *Splina* este situată în abdomen, între stomac și rinichiul stâng, și acoperită de peritoneu. Îndeplinește mai multe funcții: formează globule albe (limfocite și monocite), distruge globulele roșii îmbătrânite, depozitează globule roșii, pe care le expulzează în sânge, la nevoie.
- *Timusul, amigdalele* și *apendicele* sunt alte organe limfoide.

Noțiuni de igienă și patologie

Afecțiuni	Cauze	Simptome	Prevenire
Cardiopatie ischemică	Diminuarea irigării miocardului (ischemie); ca o consecință a îngustării calibrului arterelor coronare	• Dureri precordiale, care pot iradia în brațul stâng, în gât, în regiunea epigastrică • Palpitații • Oboseală	• Evitarea grăsimilor animale, pentru că au acizi grași saturați, ce determină creșterea nivelului colesterolului. Colesterolul este un constituent al membranelor celulare și un precursor al vitaminei D, hormonilor steroizi și acizilor biliari ce este vehiculat prin sânge de transportori proprii: de tip LDL (cu densitate mică), care distribuie colesterolul în tot organismul, și de tip HDL (cu densitate mare), care transportă colesterolul în ficat. Excesul de colesterol, cuplat cu transportorul de tip HDL, se depune pe pereții arterelor, rigidizându-le și reducându-le lumenul (chiar le pot astupa). • Evitarea alimentelor bogate în hidrocarburi ușor asimilabile (de exemplu, zahărul), deoarece cresc lipemia (nivelul lipidelor în sânge) • Evitarea suprasolicitărilor nervoase, a vieții trepidante, a nopților pierdute repetat
Aritmii	• Surmenaj • Emoții • Exces de cafea, tutun • Afecțiuni tiroidiene • Afecțiuni cardiace	• Creșterea frecvenței cardiace (tahicardie) sau • Scăderea frecvenței cardiace (bradicardie) • Ritm neregulat (extrasistole)	
Hemoragii **• interne**	Ieșirea sângelui din vase, prin ruperea vaselor de sânge, provocată de hipertensiune, anevrism, traumatisme	• Amețeli, începătoșarea vederii, vâjâituri în urechi, agitație și apoi somnolență, senzație de frig și sete progresive	
• externe		• Sângele se scurge în afara corpului, în pulsații, în cazul hemoragiei arteriale; • Sângele se scurge în flux continuu, în cazul hemoragiilor venoase	

SINTEZĂ

- Circulația se realizează prin sistemul cardiovascular și prin sistemul limfatic.
- Inima este împărțită în două jumătăți: dreaptă, cu sânge neoxigenat, și stângă, cu sânge oxigenat. Fiecare jumătate cuprinde un atriu și un ventricul, ce comunică între ele prin câte un orificiu atrioventricular, prevăzut cu valve.
- Contracțiile inimii se numesc sistole, iar relaxările, diastole și sunt determinate de sistemul excitoconducător. O sistolă și o diastolă intră în alcătuirea unui ciclu cardiac.
- Vasele de sânge sunt: arterele, prin care sângele pleacă de la inimă; venele, prin care sângele vine la inimă; capilarele, la nivelul cărora se realizează schimbul de substanțe cu țesuturile.
- Diferitele substanțe care ies din capilare la nivelul țesuturilor reprezintă lichidul interstițial, din care se formează limfa, care circulă printr-un sistem propriu de vase.

TEME

I. Răspunde la următoarele întrebări:

1. Care sunt diferențele anatomice și funcționale dintre artere, vene și capilare?
2. Cum se desfășoară ciclul cardiac?
3. Care sunt componentele sistemului limfatic?

II. Stabilește care afirmații sunt adevărate și care sunt false:

1. Inima este organ muscular cavitar, tetracameral.
2. Sistola se referă la contracția nodulului sinoatrial.
3. Zgomotul sistolic este determinat de închiderea valvelor semilunare.

III. Completează corect spațiile libere:

Inima prezintă..... cavități, numite .....

Atriul drept comunică cu ventriculul drept printr-un orificiu prevăzut cu.....; atriul stâng comunică cu ventriculul stâng printr-un orificiu prevăzut cu .....

IV. Compară circulația mare cu circulația mică

V. Calculează debitul cardiac la o persoană aflată în repaus.

VI. Ordonează următoarele noțiuni, având ca punct de plecare atriul stâng: vena cavă, aorta, plămâni, artera pulmonară, atriul drept, vena pulmonară, ventricul drept, ventricul stâng.

Activitate în perechi • Formulați o ipoteză

a. Cum influențează o zi toridă (care determină și deshidratare) frecvența cardiacă?

b. De ce o persoană care ia diuretice (medicamente care cresc eliminările de apă) este sfătuită să consume banane (care au mult potasiu)?

Aplicații practice

a. Determinați-vă pulsul în repaus și în urma unui efort fizic, prin comprimarea arterei radiare pe osul radiar. Transpuneți rezultatele obținute sub forma unui grafic.

b. Determinați-vă presiunea arterială, după modelul alăturat - fig. 2.120.

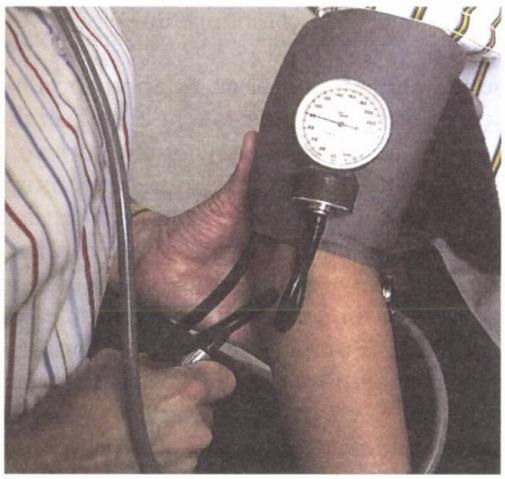


Fig. 2.119 *Măsurarea presiunii arteriale cu ajtorul tensiometrului*

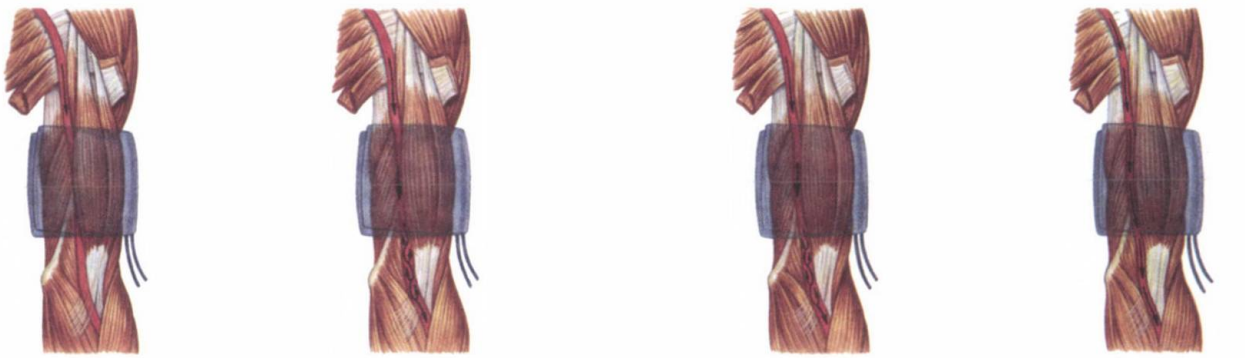


Fig. 2.120 *Corespondența dintre sunetele auzite în stetoscop și presiunea sângelui*

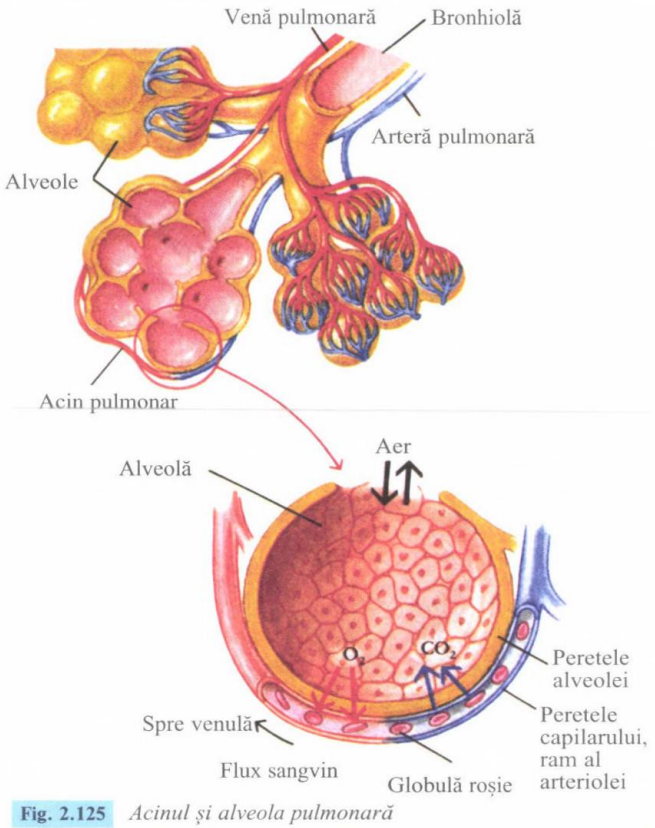


Fig. 2.125 *Acinul și alveola pulmonară*

Descrie modul în care au loc schimburile de gaze la nivelul membranei alveolo-capilare.

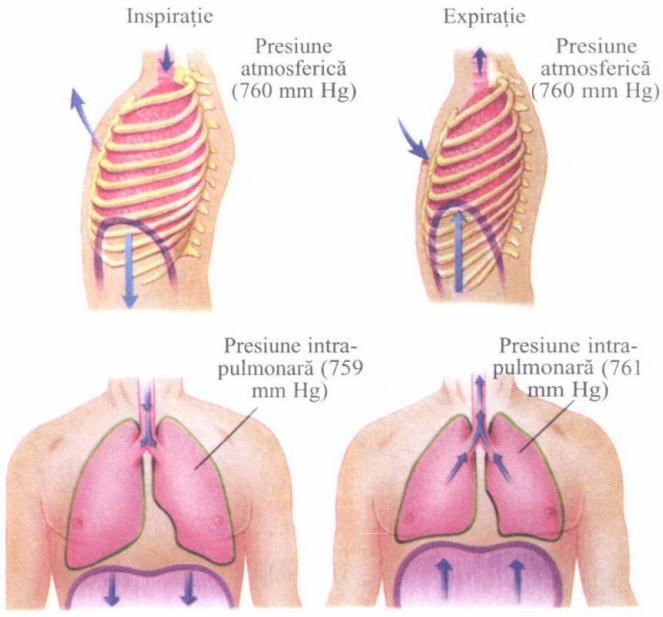


Fig. 2.126 *Ventilația pulmonară*

Compară procesele care au loc în timpul ventilației pulmonare.

Acestea sunt alcătuite dintr-un epiteliu și un strat de țesut conjunctiv în care se găsesc numeroase capilare. Peretele alveolar împreună cu cel capilar formează membrana alveolo-capilară, la nivelul căreia au loc schimburile de gaze - fig. 2.125.

Vascularizația plămânilor este dublă: *funcțională și nutritivă*.

Vascularizația funcțională este asigurată de arterele și venele pulmonare, componente ale circulației mici.

Vascularizația nutritivă este asigurată de arterele și venele bronșice, componente ale circulației mari.

Fiziologia respirației

Respirația se realizează în trei etape: *pulmonară, sangvină* și *tisulară*.

Etapa pulmonară cuprinde două procese: ventilația pulmonară și difuzia gazelor.

a) Ventilația pulmonară reprezintă succesiunea inspirație-expirație.

- *Inspirația* este un proces activ, realizat prin contracția mușchilor: *intercostali externi* (care determină mărirea diametrelor antero-posterior și transversal ale cutiei toracice) și *diafragma* (care determină mărirea diametrului longitudinal). Plămânii, care aderă la cavitatea toracică, urmează pasiv mișcările acesteia. Ca urmare, presiunea aerului intrapulmonar scade sub valoarea celui atmosferic și acesta pătrunde în plămâni.
- *Expirația* este un proces pasiv, realizat prin relaxarea mușchilor inspiratori. Astfel, coastele coboară, comprimă plămânii, iar presiunea aerului intrapulmonar va crește peste valoarea celui atmosferic, fiind expulzat din plămâni - fig. 2.126.

Pentru determinarea volumelor de aer care sunt deplasate în timpul ventilației se utilizează spirometre. Aceste volume sunt:

– *volumul curent* (VC) este volumul de aer (500 cm^3) ventilat printr-o inspirație urmată de o expirație, în condiții de repaus;

– *volumul inspirator* de rezervă (VIR) este volumul de aer (aproximativ 1500 cm^3) introdus printr-o inspirație forțată peste volumul curent (în inspirația forțată intervin mușchi inspiratori accesori-abdominali, trapezi, sternocleidomastoidieni);

- *volumul expirator* de rezervă (VER) este volumul de aer (aproximativ 1000-1500 cm^3) eliminat din plămâni în timpul unei expirații forțate, după expirarea unui volum curent (în expirația forțată intervin mușchii intercostali interni și unii mușchi abdominali, fiind un proces activ).

Suma celor trei volume reprezintă *capacitatea vitală* (CV).

- *volumul rezidual* (VR) este volumul de aer (1500 cm^3) care rămâne în plămâni și după o expirație forțată.

Acesta, alături de capacitatea vitală, reprezintă *capacitatea pulmonară totală* (CPT).

Cantitatea de aer care trece prin plămâni într-un minut se numește *debit respirator* și reprezintă produsul dintre volumul curent și frecvența respirațiilor (16/minut, la bărbați și 18/minut, la femei).

b) Difuzia gazelor prin membrana alveolo-capilară este determinată de unii factori, cum ar fi: presiunea parțială a gazelor în alveole și capilare - fig. 2.127, coeficientul de difuzie a gazelor (care este proporțional cu solubilitatea gazelor) și dimensiunile membranei alveolo-capilare.

Etapa sangvină este cea în care are loc transportul gazelor respiratorii - fig. 2.128.

- O_2, care a difuzat prin membranele alveolo-capilare, ajunge în sânge, unde o mică parte (3%) se dizolvă în plasmă, iar cea mai mare parte se combină cu ionii de fier din structura hemoglobinei și formează un compus *labil (oxihemoglobina)*.

Hemoglobina – pigmentul roșu – are molecula formată din patru catene polipeptidice, fiecare fiind asociată la o structură inelară, numită hem, ce conține un atom de fier. Acesta atrage molecula de oxigen și dă culoare vie pigmentului oxidat. Astfel, fiecare moleculă de hemoglobină transportă 4 molecule de oxigen și fiecare globulă roșie transportă circa 300 milioane de molecule de oxigen.

La nivel tisular, concentrația oxigenului este redusă și din această cauză oxihemoglobina se desface în părțile ei componente, iar gazul traversează pereții capilarelor, fiind cedat celulelor. Disocierea hemoglobinei este influențată și de alți factori, cum sunt scăderea pH-ului plasmatic și creșterea temperaturii.

- CO_2, care a difuzat prin membrana celulară în lichidul interstițial, ajunge în sângele capilar, unde:

– 7% se dizolvă în plasmă;

– 70% este transportat sub formă de bicarbonați (de sodiu, în plasmă, și de potasiu, în eritrocite).

CO_2 intră în eritrocite datorită migrării clorului și reacționează cu apa, în prezența anhidrazei carbonice, formând acid carbonic. Acesta este instabil și disociază în proton de hidrogen (H^+) și anion bicarbonic (HCO_3^-), ce difuzează în plasmă.

La nivel pulmonar, se transformă în CO_2 și apă, eliminându-se;

– 23% este transportat sub formă de *carbohemoglobină*, compus labil rezultat din combinarea CO_2 cu grupările amino ale hemoglobinei. La plămâni, carbohemoglobina disociază, iar CO_2 difuzează prin membrana alveolo-capilară și este eliminat prin expirație.

Etapa tisulară are o primă parte care constă în schimburile de gaze dintre sânge și țesuturi (conform legilor difuziunii) și o a doua parte, respirația propriu-zisă, care constă în ansamblul oxido-reducerilor celulare, desfășurate în mitocondrii.

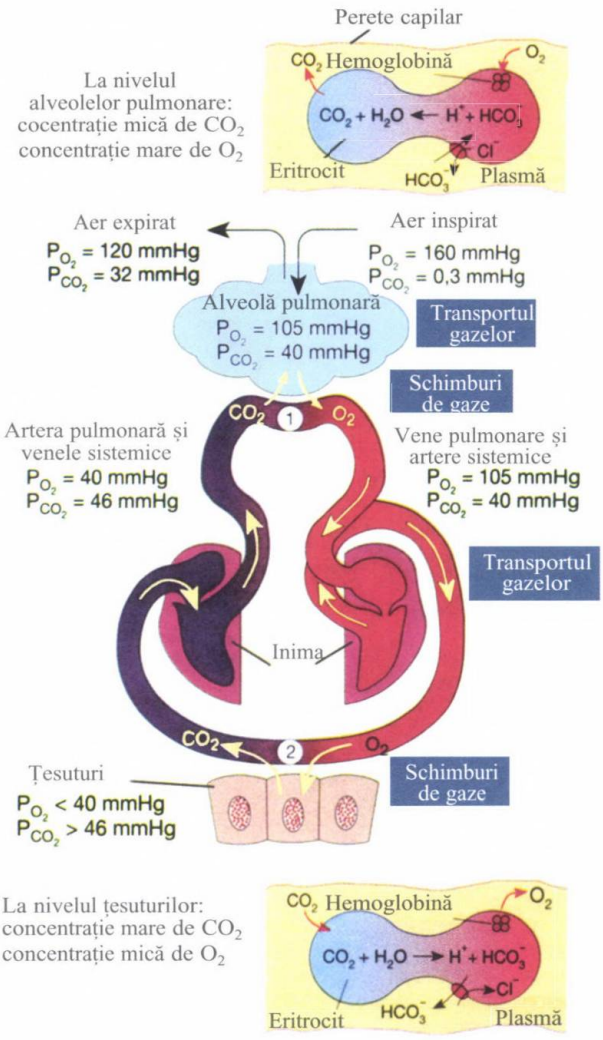


Fig. 2.127 *Schimburile de gaze respiratorii*

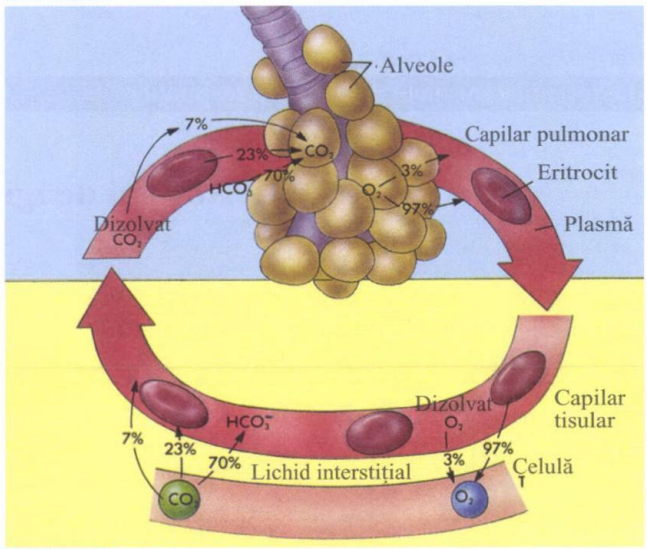


Fig. 2.128 *Transportul gazelor respiratorii*

Descrie sensul în care au loc schimburile de gaze și forma sub care sunt transportate în sânge.

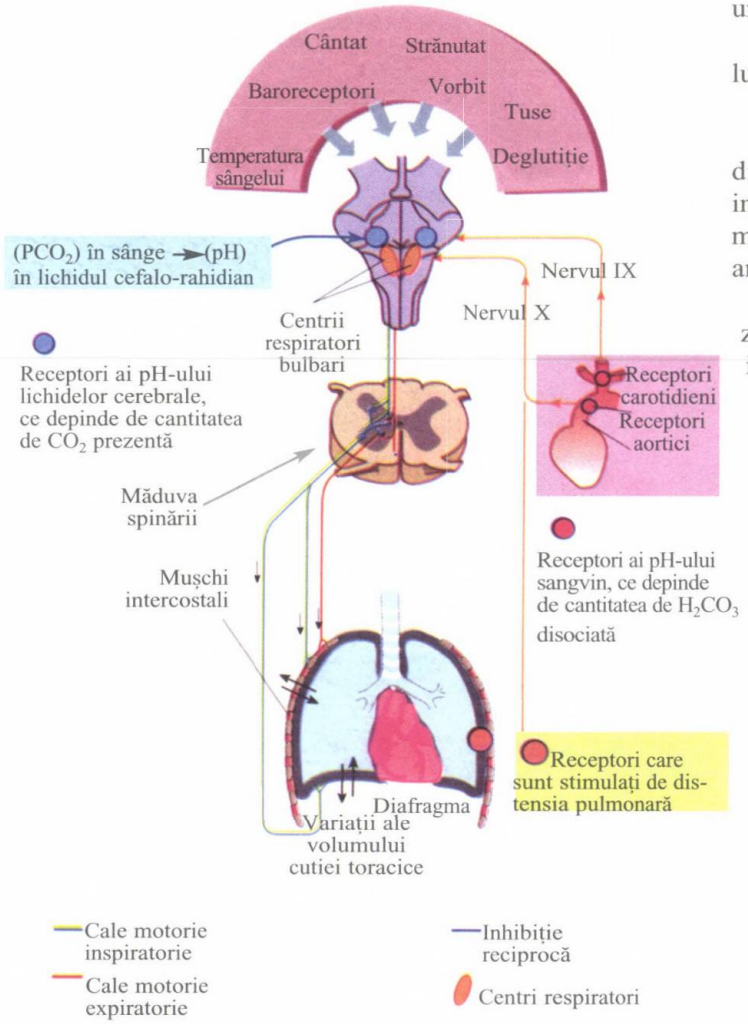


Fig. 2.129 *Reglarea respirației*

Descrie mecanismele de reglare a respirației.

**Reglarea respirației*

Se realizează prin două mecanisme: nervos și umoral - fig. 2.129.

- *Reglarea nervoasă* poate fi automată sau voluntară.

a) *Reglarea automată* este un mecanism reflex.

– receptorii sunt reprezentați de: baroreceptorii din alveolele pulmonare; chemoreceptorii din inimă și din vasele mari de sânge; fusurile neuromusculare din mușchii respiratori și din articulațiile costale; termoreceptori.

– calea aferentă este reprezentată de fibre senzitive provenind de la alveole (vagale), de la inimă, vase, mușchi, piele.

– centrii nervoși sunt situați în substanța reticulată bulbo-pontină, fiind reprezentați de centrii primari – *inspirator* și *expirator* – și de centri secundari – *apneustic* și *pneumotaxic*. Centrii primari prezintă automatism propriu, trecând alternativ prin starea de activitate și de repaus. Activitatea acestor centri este controlată de centrii secundari.

– calea eferentă este reprezentată de fibre motorii, care se distribuie la musculatura respiratorie.

b) *Reglarea voluntară* este realizată de la nivel cortical, prin acțiune asupra motoneuronilor somatici, ce se distribuie la musculatura respiratorie, sau prin acțiune asupra centrilor bulbo-pontini. Astfel, se pot produce modificări de ritm, respirația putând fi oprită (apnee), încetinită sau accelerată.

- *Reglarea umorală* este determinată de variații ale presiunii parțiale a gazelor respiratorii.

De exemplu, creșterea presiunii CO_2 de la 40 mm Hg la 40,5 mm Hg dublează debitul ventilator, fie prin acțiune directă asupra centrilor respiratori, fie prin modificarea concentrației de H^+.

Noțiuni de igienă și patologie

Afecțiuni	Cauze	Simptome	Prevenire
Gripă	Infecție dată de virusuri, ce determină inflamarea mucoasei respiratorii	Strănut repetat, secreții nazale abundente, tuse, dureri de cap (cefalee), febră	• Evitarea locurilor aglomerate, în cazul unor epidemii • Tratarea corectă a oricărei infecții respiratorii • Evitarea fumatului • Evitarea zonelor puternic poluate
Emfizem pulmonar	Dilatare anormală a spațiilor alveolare, provocată de bronșită cronică, astm, fumat, tuse cronică, vârstă înaintată	Tuse, dificultăți de respirație, chiar la eforturi mici, respirație zgomotoasă, cu fluierături, torace lărgit	
Fibroză	Inhalarea unor particule de praf, siliciu, azbest	Apariția unui țesut fibros în plămâni, cu reducerea severă a capacității respiratorii	

SINTEZĂ

- Sistemul respirator este constituit din căi respiratorii (cavitate nazală, faringe, laringe, trahee, bronhii) și din plămâni.
- Plămânii, înveliți de pleure, sunt situați în cavitatea toracică. Aceasta, prin mișcări ritmice ale mușchilor intercostali și ale diafragmei, realizează ventilația pulmonară (inspirație-expirație).
- Respirația se realizează în trei etape: pulmonară (ventilația), sangvină și tisulară.

TEME

I. Răspunde la următoarele întrebări:

1. Ce reprezintă respirația?
2. Care este drumul parcurs de o moleculă de oxigen, din momentul în care intră în căile respiratorii până ajunge la celule?
3. De ce crește ritmul respirator la persoanele aflate într-un spațiu închis, aglomerat?

II. Selectează răspunsul corect:

1. Creșterea diametrului longitudinal al toracelui este determinată de:
   a) elasticitatea pulmonară;
   b) mișcările pleurei;
   c) contracția diafragmului;
   d) contracția mușchilor intercostali externi.
2. Creșterea debitului ventilator poate apărea în caz de:
   a) somn;
   b) hipotiroidie;
   c) febră;
   d) scăderea presiunii arteriale.
3. Alege afirmația inexactă despre plămâni:
   a) sunt localizați în torace;
   b) sunt organe cavitare;
   c) sunt separați de cavitatea abdominală prin mușchiul diafragm;
   d) conțin bronhii, începând cu a doua ramificație.

III. Asociază următoarele noțiuni:

1. VER	a. VC + VIR + VER
2. CPT	b. 1000 – 1500 ml aer
3. CV	c. CV + VR

IV. Rezolvă următoarele probleme:

1. Un bărbat în stare de repaus respiră dintr-o pungă de 5 litri. În cât timp termină aerul din pungă?
2. Calculează cantitatea de aer care rămâne în plămâni după o expirație forțată consecutivă unei inspirații forțate.

Activitate în perechi • Formulați o ipoteză

Fumătorii au cel mai mare risc de apariție a unui cancer pulmonar și a unui infarct.

Cum se explică acest lucru?

Aplicații practice

1. Determinarea perimetrului toracic

Măsurați-vă perimetrul toracic cu ajutorul unui centimetru, în timpul inspirației și expirației.

Ce diferențe constatați?

Repetați determinările după un efort fizic.

Cum explicați diferențele constatate?

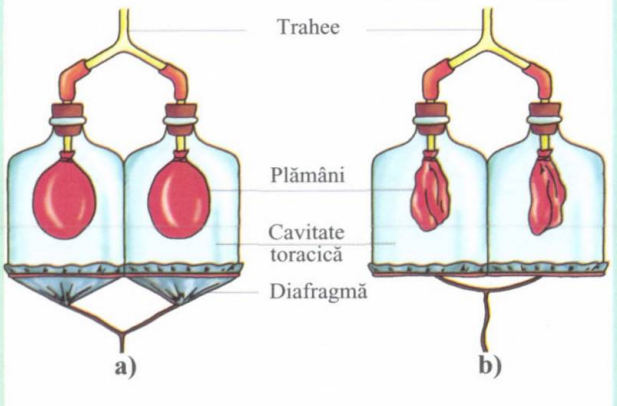
2. Expirați puternic peste o suprafață rece.

Ce se observă? Cum explicați?

V. Proiect - Construirea aparatului Donders, necesar demonstrării mecanismului mișcărilor respiratorii

Aparatul Donders se construiește cu ajutorul unui clopot de sticlă, care are un orificiu la partea superioară, și cu ajutorul unor plămâni de mamifer, care au și o parte din trahee. În lipsa plămânilor, se pot folosi două balonașe de cauciuc. Gura clopotului se acoperă cu o foiță de cauciuc (echivalentă cu diafragma), bine întinsă, sau cu un alt balon mai mare, secționat. Orificiul superior se acoperă cu un dop găurit, prin care se trece un tub de sticlă ce se racordează la plămâni (sau la balonașe). Cu ajutorul unei pense, întindeți foița de cauciuc, urmărind efectele asupra plămânilor.

Imaginea de mai jos reprezintă corespondența dintre componentele aparatului Donders și unele componente ale sistemului respirator în timpul inspirației (a) și expirației (b).



EXCREȚIA

AMINTEȘTE-ȚI

- Care sunt componentele sistemului excretor?
- Ce rol au aceste componente?
- Cum se formează urina?

Compoziția și concentrația fluidelor care constituie mediul intern al organismului (sângele, limfa și lichidul intercelular) trebuie să rămână constante (homeostazie), pentru a se putea asigura metabolismul celular și astfel supraviețuirea organismului.

Pentru realizarea homeostaziei sunt necesare structuri specifice, prin care să fie eliminate din mediul intern substanțele în exces și păstrate cele necesare. Aceste structuri aparțin sistemului excretor, a cărui funcționare determină eliminarea cataboliților din sânge (în special a celor azotați) și menținerea echilibrului hidric al organismului.

Apa este o substanță absolut indispensabilă supraviețuirii organismului: este suficientă o pierdere de apă egală cu 10 la sută din greutatea corpului pentru a provoca surditate, scăderea sensibilității la durere, delir. De aceea, metabolismul apei trebuie să fie mereu în echilibru: aceeași cantitate care intră trebuie să fie eliminată. În organism apa intră prin hrană și băuturi (aproximativ 2,5 l/zi); o anumită cantitate (circa 0,2 l/zi) este produsă în urma reacțiilor de oxidare care au loc în celule.

Dar schimburile de apă reprezintă numai un aspect al echilibrului hidric asigurat de concentrația numeroșilor ioni, prezenți în mediul intern; de această concentrație depinde presiunea osmotică a lichidului circulant și, în consecință, trecerea apei prin membrana celulară.

Numeroși ioni intervin în importante procese metabolice: de exemplu, ionii de calciu (Ca^{2+}) sunt indispensabili în coagularea sângelui, ionii de hidrogen (H^+) și bicarbonat (HCO_3^-) influențează pH-ul sângelui; ionii de sodiu (Na^+), de potasiu (K^+) și de clor (Cl^-) intervin în transmiterea informației nervoase.

Alți ioni intervin în contracția musculară sau participă, sub formă de coenzime, în diversele reacții metabolice.

Ionii sunt luați prin intermediul hranei și sunt eliminați prin transpirație și urină. Menținerea echilibrului hidric de către sistemul excretor implică și controlul eliminării de ioni.

Mecanismul prin care are loc cea mai mare pierdere de apă pentru organismul uman (de la minimum 0,5 litri la o medie de 1,5 litri/zi) este legat de eliminarea cataboliților azotați. La om, aceștia sunt reprezentați mai ales de uree, substanță solubilă în apă.

Pierderea de apă se realizează pe cale renală (prin urină), pe cale digestivă (prin materii fecale), pe cale respiratorie (prin vaporii de apă) și pe cale cutanată (prin procesul de transpiratie).

Sistemul excretor este alcătuit din rinichi și căi urinare: uretere, vezica urinară, uretră.

Balanța hidrică din interiorul corpului uman

Intrare		Ieșire	
băuturi	1.200 ml	respirație	400 ml
alimente	1.100 ml	transpirație	750 ml
reacții metabolice (ex. reacții de condensare)	200 ml	materii fecale urină	150 ml 1.200 ml
Total	2.500 ml	Total	2.500 ml

Rinichii

Organe excretoare propriu-zise, în număr de doi, rinichii sunt situați de-o parte și de alta a coloanei vertebrale, în regiunea lombară. Au forma unor boabe de fasole și culoarea roșu-brun. Sunt înveliți la exterior de o capsulă conjunctivă și au structură segmentară, asemănătoare ficatului și plămânilor.

Partea concavă a lor, marginea medială, prezintă *hilul*, la nivelul căruia se observă artera și vena renală, nervi vegetativi și ureterul.

La polul superior al rinichilor sunt situate glandele suprarenale.

Printr-o secțiune de-a lungul liniei mediane se observă parenchimul renal, care are o zonă *periferică (corticală)* și o zonă *internă (medulară)*.

- Zona corticală conține glomeruli, vase de sânge și tubi uriniferi, dispuse printre prelungirile zonei medulare în corticală (prelungiri numite piramidele Ferrein).
- Zona medulară conține piramidele Malpighi, în număr de 8-15, orientate cu baza spre periferie (invers piramidelor Ferrein), iar vârful este rotunjit, orientat spre hil și se numește *papilă renală*.

Piramidele Malpighi sunt delimitate de prelungiri ale corticalei în medulară (coloanele Bertin). Numărul piramidelor Malpighi corespunde cu numărul *lobilor* renali, iar numărul piramidelor Ferrein (de 300-500 de

ori mai mare) corespunde cu numărul *lobulilor* renali.

Un lob renal este alcătuit dintr-o piramidă Malpighi împreună cu corticala din jurul său (care include lobulii). - fig. 2. 130

Unitatea structurală și funcțională a rinichiului este reprezentată de **nefron** (fiecare rinichi conține circa un milion de nefroni) - fig. 2.131. Fiecare nefron este constituit dintr-un corpuscul renal (Malpighi) și un tub urinifer.

Corpusculul renal are doi poli: unul vascular și unul urinifer.

- La polul vascular pătrunde *arteriola aferentă* (cu un diametru mai mare) și iese *arteriola eferentă* (cu un diametru mai mic). Din arteriola aferentă se formează *capilarele glomerulare*, care nu se anastomozează între ele. Glomerulul este înconjurat de o capsulă cu pereții dubli (Bowman).

În comparație cu alte rețele capilare, glomerulul se găsește între două arteriole: arteriola aferentă și arteriola eferentă. Aceasta din urmă se divide în *capilare peritubulare*, care înconjoară tubul urinifer și apoi se reunesc pentru a forma o *venulă*. Venulele confluează și se deschid în final în *vena renală*. Deci rinichiul are două tipuri de capilare: glomerulare și peritubulare.

- La polul urinifer, glomerulul se continuă cu tubul urinifer.

Tubul urinifer are trei zone: *tubul contort proximal* (o porțiune sinuoasă, situată în corticală), *ansa Henle* (porțiune în formă de „U", situată în medulară) și *tubul contort distal* (continuarea brațului ascendent când ajunge în corticală). Tubul contort distal se deschide în *tubul colector*, care primește urina de la mai mulți nefroni, fiind componentă a piramidei Malpighi.

Vascularizația renală - este asigurată de artera renală, ramură a aortei abdominale. După ce pătrunde prin hil, se ramifică formând artere interlobare, care, după ce ajung la baza piramidelor Malpighi, devin artere arcuate. Din acestea se desprind artere interlobulare, apoi arteriole aferente, ce ajung la glomerul. De la nivelul glomerulului, sângele este colectat de arteriola eferentă, ce se varsă în capilarele peritubulare, iar acestea în vene, care au traseu invers arterelor. În final ia naștere vena renală, care se deschide în vena cavă inferioară.

Vascularizația renală este foarte bogată, rinichii primind 20-25% din debitul cardiac de repaus.

Căile urinare

Încep la vârful piramidelor Malpighi, prin *calicele mici*, care confluează și formează *calicele mari*, acestea formând *bazinetul* (sau pelvisul renal) - fig. 2.132. El se continuă, în afara rinichilor, cu *ureterele* (unul pentru fiecare rinichi), care se vor deschide în *vezica urinară*.

De la vezica urinară pornește *uretra*, ce se deschide la exterior prin *orificiul urinar*.

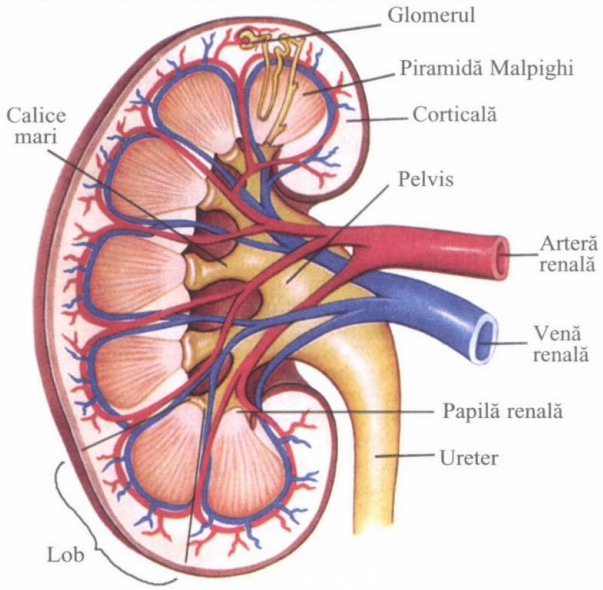


Fig. 2.130 *Secțiune longitudinală prin rinichi*

Descrie structura și vascularizația renală.

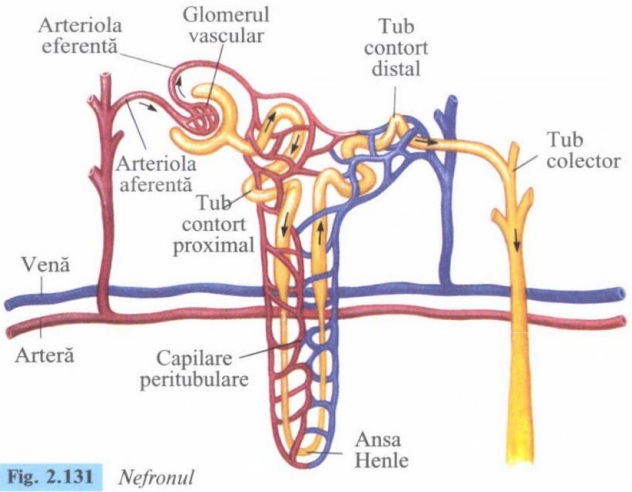


Fig. 2.131 *Nefronul*

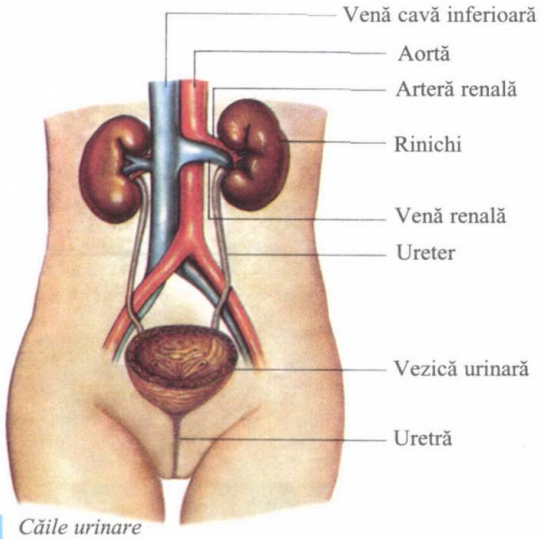


Fig. 2.132 *Căile urinare*

Formarea urinei

Vasoconstricția arteriolelor aferente și eferente menține sângele din interiorul glomerulului la o presiune aproape dublă față de alte capilare; ca urmare, aproape o cincime din plasma sângelui care intră în rinichi este împinsă prin pereții capilarelor glomerulului și al capsulei Bowman în lumenul tubului renal. Acest prim proces fundamental al formării urinei este numit **filtrare**, iar lichidul format este cunoscut sub numele de *ultrafiltrat*. Cu excepția unor molecule mari, ca acelea ale unor proteine, care nu pot traversa peretele capilarelor, ultrafiltratul are aceeași compoziție chimică pe care o are și plasma. Ultrafiltratul străbate tubul urinifer, ai cărui pereți sunt formați dintr-un singur strat de celule epiteliale.

În cel de-al doilea proces, întâlnit la formarea urinei – **procesul de secreție** – unele molecule rămase în plasmă după filtrare sunt transportate selectiv din capilarele peritubulare în ultrafiltratul din tub. Penicilina, de exemplu, este eliminată din circulația sangvină în acest mod. Cel de-al treilea proces important în formarea urinei – **reabsorbția** (proces invers secreției) – se desfășoară în același timp cu celelalte două. Mare parte din apă și din soluțiile care intră inițial în tub în timpul filtrării sunt readuse în capilarele peritubulare - fig. 2.133. Spre exemplu, glucoza, mare parte din aminoacizi și vitaminele se reîntorc în curentul sangvin.

Lichidul rămas reprezintă urina finală, care părăsește nefronul, trece prin pelvisul renal și de aici, prin căile urinare, este eliminată la exterior; acest proces este numit excreție. Din punct de vedere chimic, urina are următoarea compoziție: apă, ioni, substanțe organice.

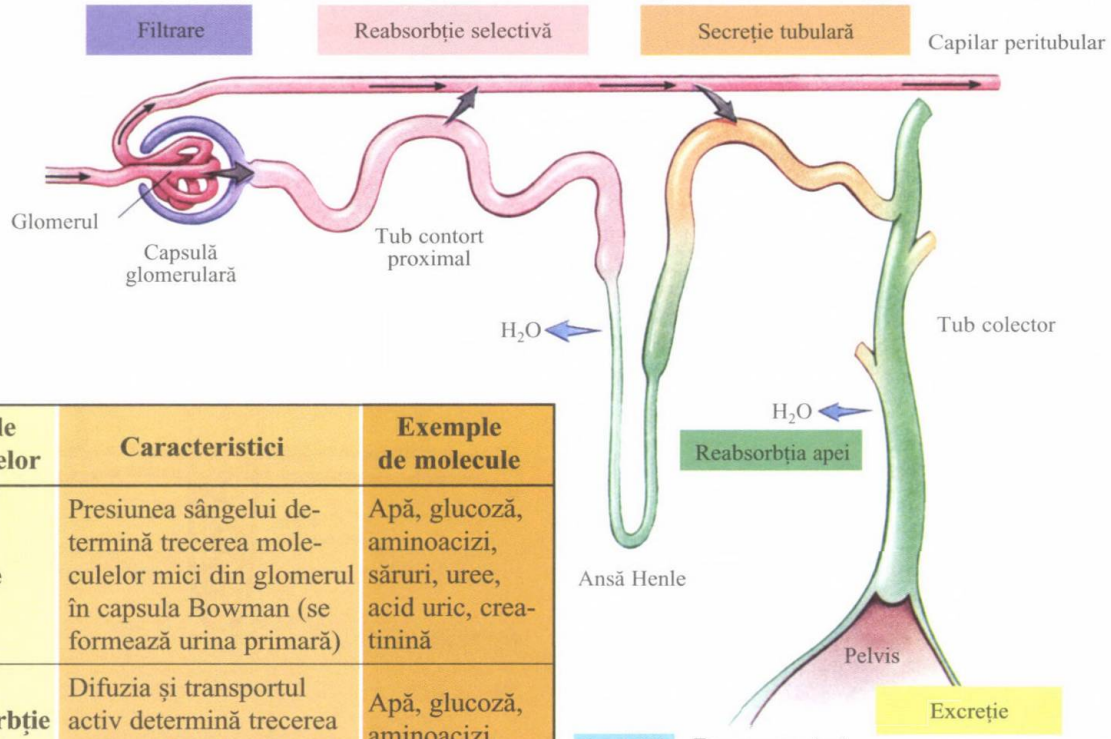


Fig. 2.133 *Formarea urinei*

Descrie procesele prin care se formează urina.

Numele proceselor	Caracteristici	Exemple de molecule
Filtrare	Presiunea sângelui determină trecerea moleculelor mici din glomerul în capsula Bowman (se formează urina primară)	Apă, glucoză, aminoacizi, săruri, uree, acid uric, creatinină
Reabsorbție selectivă	Difuzia și transportul activ determină trecerea moleculelor din sânge în tubul contort proximal	Apă, glucoză, aminoacizi, săruri
Secreție tubulară	Transportul activ determină trecerea molecu - lelor din sânge în tubul contort distal	Acid uric, creatinină, H^+, amoniac
Reabsorbția apei	Prin osmoză consecutivă a absorbției Na^+, apa se reabsoarbe la nivelul ansei Henle și a tubului colector	Săruri, apă
Excreție	Eliminarea urinei finale	Apă, săruri, uree, acid uric, amoniac, creatinină

Compoziția urinei

Substanțe	Procent în plasmă	Procent în urină
apă	90-93%	95%
proteine	7%	0%
glucoză	0,1%	0%
sodiu (Na^+)	0,3%	0,35%
Clor (Cl^-)	0,4%	0,6%
Uree	0,03%	2%
Acid uric	0,0004%	0,005%
Alți cataboliți	0,0002%	0,115%

Noțiuni de igienă și patologie

Afecțiuni	Cauze	Manifestări	Prevenire
Cistită	Infecție urinară localizată la nivelul vezicii urinare, dată de infecții renale, genitale, tumori, sarcină, constipații	Micțiuni frecvente, puroi în urină, micțiuni dureroase, hematurie (uneori)	Tratamentul corect al oricărei infecții Evitarea frigului și a umezelii Reglementarea tranzitului intestinal O bună hidratare Respectarea normelor de igienă
Pielonefrită	Inflamarea rinichiului și a bazinetului dată de infecții renale, genitale, tumori, sarcină, constipații care determină	Febră, frisoane, dureri lombare, abdominale, micțiuni frecvente, puroi în urină	
Glomerulonefrită	Boli renale parenchimatoase, leziuni inflamatorii ale glomerulilor, apărute de obicei după infecții	Edeme palpebrale și la membrele inferioare, febră, dureri lombare, hipertensiune	
***Insuficiență renală**	Eliminarea insuficientă a produșilor toxici, însoțită de tulburări grave de homeostazie, din cauza reducerii numărului de nefroni, provocată de afecțiuni renale, adenom de prostată, intoxicații	Tulburări cardiovasculare, digestive, neurologice, de nutriție, anemii, infecții	

SINTEZĂ

- Organismul își menține, prin mecanisme proprii, homeostazia, mai exact compoziția și concentrația fluidelor circulante, indiferent de variațiile mediului extern. Un factor extrem de important al homeostaziei este echilibrul hidric, la conservarea căruia participă și rinichii, organe care filtrează cataboliții.
- Sistemul excretor este format din rinichi și din căi urinare: uretere, vezică urinară, uretră.
- Sângele ajunge la rinichi prin arterele renale și pleacă prin venele renale.
- Unitatea structurală și funcțională a rinichiului este nefronul, la nivelul căruia, prin filtrare, secreție și reabsorbție, se formează urina, care este eliminată la exterior prin procesul de excreție.

TEME

I. Selectează răspunsul corect:

- Boli ale sângelui pot apărea prin afecterea țesutului conjunctiv: a) reticulat; b) lax; c) elastic; d) fibros.

II. Răspunde la următoarele întrebări:

- Ce se înțelege prin homeostazie?
- Care este structura rinichiului și a nefronului?
- Prin ce mecanisme se formează urina?
- De ce analiza urinei poate stabili dacă o persoană a consumat droguri?

III. Alege răspunsul corect:

Presiunea sângelui din interiorul glomerulului, față de alte capilare, este:

a) triplă; b) redusă la jumătate; c) dublă; d) egală.

IV. Probleme

- Știind că vezica urinară are o capacitate de 700-800 ml, dar acumularea a 200-300 ml de urină poate declanșa micțiunea, să se calculeze câte micțiuni fiziologice se pot produce în 24 de ore.
- Să se calculeze numărul lobulilor din ambii rinichi.

Activitate în perechi • Formulați o ipoteză

În cazul unei afecțiuni numite litiază urinară, sărurile din urină precipită, cu formare de calculi (pietre).

Prin schimbarea pH-ului urinei (acidifiere sau alcalinizare) se poate influența favorabil litiaza. De ce? Alimentația poate avea vreun rol?

Aplicații practice

Determinarea unor componente chimice ale urinei.

a) **Evidențierea amoniacului**

Într-un pahar Berzelius se amestecă 25 ml urină cu lapte de var. Se amestecă cu o baghetă de sticlă și apoi vasul se acoperă cu un geam pe care s-a atașat (la interior) o hârtie roșie de turnesol.

Se va observa schimbarea culorii hârtiei din roșu în albastru, ca urmare a acțiunii vaporilor de amoniac, ce se degajă din amestec.

b) **Evidențierea creatininei**

Într-o eprubetă se pun 5 ml urină, câteva picături dintr-o soluție saturată de acid picric și puțin hidroxid de sodiu sau de potasiu (10%).

Se observă apariția unei colorații roșii-purpurii, care demonstrează prezența creatininei.

METABOLISMUL

Fiind un sistem deschis, organismul realizează schimburi permanente de materie și energie cu mediul înconjurător. Ansamblul proceselor biochimice și energetice desfășurate în materia vie se numește metabolism. Procesele metabolice pot fi:

- *anabolice* (asimilație), în cursul cărora se sintetizează constituenți celulari sau de rezervă, cu consum de energie;

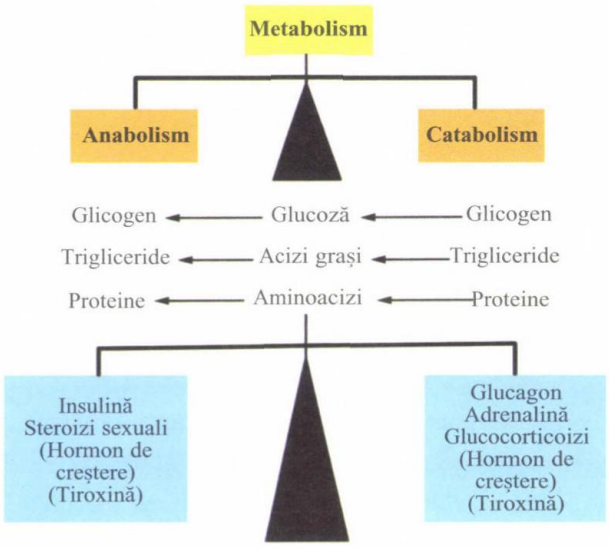


Fig. 2.134 *Balanța metabolismului*

Compară anabolismul cu catabolismul.

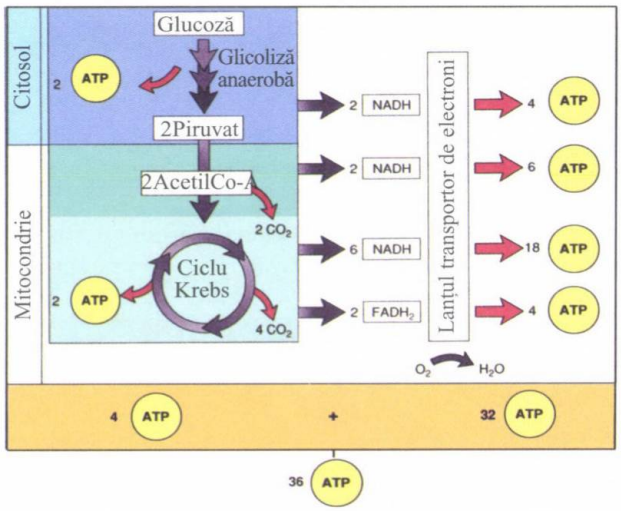


Fig. 2.135 *Glicoliza*

Compară glicoliza anaerobă cu glicoliza aerobă.

- *catabolice* (dezasimilație), în cursul cărora se scindează diferite substanțe, cu eliberare de energie. *Reacțiile catabolice se desfășoară în două etape succesive: *metabolizare incompletă* (în care se obțin produși intermediari și o cantitate mică de energie) și *metabolizare completă* (în care se obțin produși finali – apa și CO_2 – și o cantitate mare de energie)

De regulă, procesele anabolice se află în echilibru dinamic cu cele catabolice (în perioada de creștere predomină anabolismul, iar la bătrânețe, catabolismul) - fig. 2.134.

În studiul metabolismului se disting: **metabolismul intermediar** și **metabolismul energetic**.

Metabolismul intermediar

Totalitatea transformărilor chimice la care participă substanțele exogene (absorbite la nivelul tubului digestiv) sau endogene (obținute în organism), până la eliminarea metaboliților (produși de dezasimilație), se numește *metabolism intermediar*.

Metabolismul intermediar al glucidelor

După absorbția intestinală, monozaharidele ajung, pe calea venei porte, la ficat. Acesta transformă galactoza și fructoza în glucoză. Transformările pe care le suportă glucoza sunt următoarele:

– **glicogenogeneza** - transformarea glucozei în glicogen, în special la nivelul ficatului și mușchilor. Glicogenul este un polimer al glucozei, care atunci când scade glicemia, este depolimerizat, cu eliberarea glucozei, procesul numindu-se *glicogenoliză*.

– **glicoliza** - fig. 2.135 -, degradarea glucozei, are loc la nivelul țesuturilor, în două etape:

- *anaerobă*, care duce la formarea acidului piruvic, etapă ce se desfășoară în citoplasmă, cu eliberarea unei cantități de energie cu care se sintetizează doi moli de ATP.
- *aerobă*, în care acidul piruvic este oxidat până la apă și CO_2, etapă care are loc în mitocondrii, cu eliberarea unei cantități de energie cu care se sintetizează 34 moli ATP. Aceste reacții au loc în cadrul ciclului Krebs.

– **lipogeneza** - sinteza de lipide în cazul unui aport glucidic exagerat.

– **gluconeogeneza** - sinteza de glucide din produși neglucidici (acid lactic, acid piruvic, cetoacizi).

Reglarea metabolismului glucidic se face prin mecanisme: *locale* (creșterea concentrației de ATP inhibă glicoliza) și *neuroendocrine*, declanșate de hipo și hiperglicemie.

Hipoglicemia se produce sub acțiunea insulinei, parasimpaticului, efortului fizic, inaniției.

Hiperglicemia se produce sub acțiunea: glucagonului, adrenalinei, cortizolului, STH-ului, tiroxinei, simpaticului și aportului exagerat de glucide.

Rolurile glucidelor în organism:

– energetic, glucoza reprezentând principala sursă energetică. Prin oxidarea lor se obține peste 65% din energia necesară organismului. Din arderea unui gram de glucide rezultă 4,1 Kcal;

– plastic (intră în alcătuirea membranelor celulare);

– funcțional, pentozele intrând în alcătuirea acizilor nucleici.

Metabolismul intermediar al lipidelor

Grăsimile neutre alimentare sunt degradate de lipazele digestive până la acizi grași și glicerol. După ce sunt absorbite, ajung:

– în ficat, pentru depozitare temporară;

– în țesutul adipos, pentru depozitare permanentă (de rezervă);

– în celule, pentru oxidare.

În organism se disting trei tipuri de lipide: trigliceride, fosfolipide și colesterol, care provin din alimentație sau pot fi sintetizate în celule (lipogeneză).

Lipogeneza se desfășoară, în special, în ficat și țesutul adipos, atunci când aportul de lipide sau glucide este mai mare decât cel necesar. Atunci când acest aport este insuficient, se produce lipoliza - fig. 2.136.

Reglarea metabolismului lipidic este realizată de unii hormoni, ca: insulina (stimulează lipogeneza), hormonii medulosuprarenalei, cortizolul, STH-ul (stimulează lipoliza).

Rolurile lipidelor în organism:

– energetic, lipidele reprezentând, alături de glucide, principala sursă energetică. Prin arderea unui gram de lipide se eliberează 9,3 Kcal;

– plastic, fosfolipidele intrând în constituția tuturor membranelor și a tecii de mielină;

– funcțional, controlând permeabilitatea membranelor, diminuează pierderile de căldură (lipidele subcutanate), protejează de șocurile mecanice unele organe, iar colesterolul este precursor al hormonilor sterolici și al acizilor biliari.

Metabolismul intermediar al proteinelor

Proteinele alimentare sunt scindate hidrolitic, sub acțiunea proteazelor, până la aminoacizi. Aceștia ajung pe cale portală la ficat și de aici, în circulația sistemică. În ficat, ca și în restul organelor, aminoacizii pot urma două căi: *degradare catabolică* și *sinteză de proteine*.

a) **degradarea catabolică** constă în trei tipuri de reacții: dezaminare oxidativă, decorboxilare, transaminare.

- dezaminare oxidativă, prin care aminoacizii se descompun în cetoacid și amoniac - fig. 2.137.

Amoniacul se poate combina cu acidul glutamic, în ficat și în sistemul nervos, rezultând *glutamină*, dar se poate combina și cu CO_2 în ficat, rezultând *ureea*, ce se elimină prin urină. Amoniacul servește și la sinteza creatinei și creatininei.

Creatina se leagă macroergic de acidul fosforic și trece în *fosfocreatină* (în mușchiul striat), iar *creatinina* este produsul final de catabolism al creatinei și forma de eliminare a excesului de creatină.

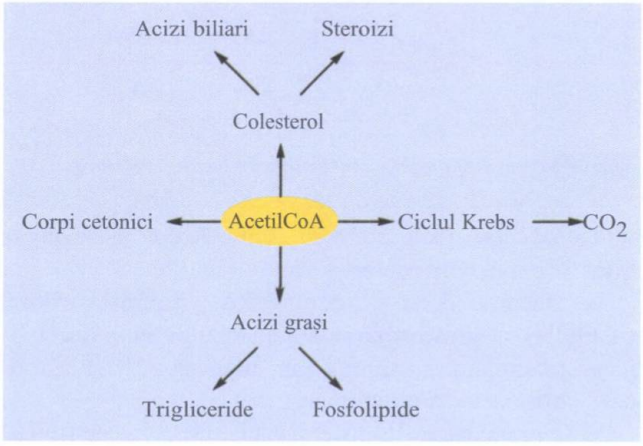


Fig. 2.136 *Metabolismul intermediar al lipidelor*

Descrie procesele care au loc în cadrul metabolismului intermediar al lipidelor.

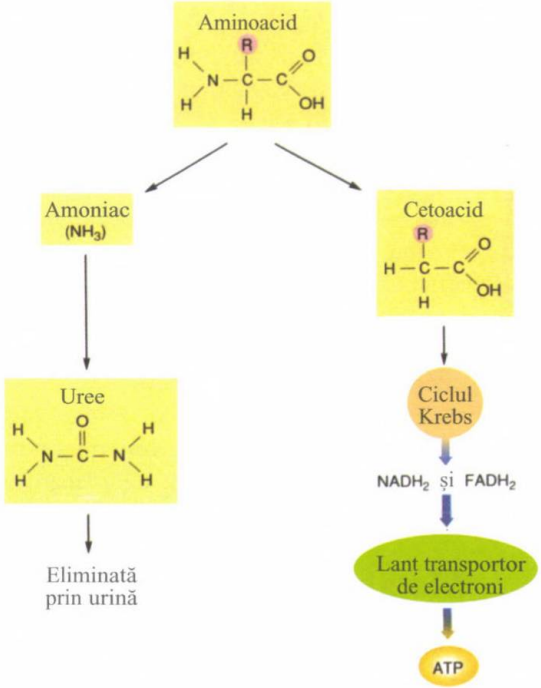


Fig. 2.137 *Dezaminare oxidativă*

Descrie procesele care au loc în cadrul metabolismului intermediar al proteinelor.

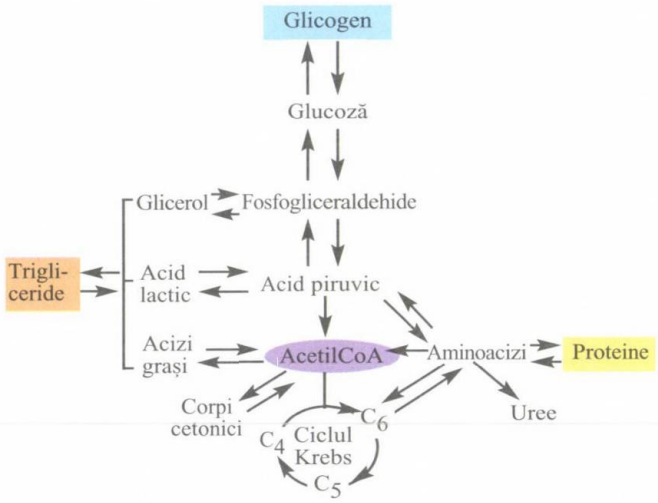


Fig. 2.138 *Interrelații între metabolismul glucidic, proteic și lipidic*

Cetoacidul poate intra în ciclul Krebs și se poate transforma în corpi cetonici sau în glucide.

- decarboxilare – mobilizarea grupării carboxil (-COOH) și transformarea aminoacizilor în *amine biogene* (exemplu: serotonina – mediator în SNC, histamina – substanță vasodilatatoare).
- transaminarea – transferul unei grupări amino ($-NH_2$) de la un aminoacid pe un cetoacid, obținându-se un nou aminoacid, în prezența *transaminazelor*. Unii aminoacizi (triptofan, arginină, fenilalanină) nu au în organism un cetoacid precursor și nu pot fi sintetizați prin transaminare, trebuind să fie ingerați (aminoacizi esențiali).

b) **sinteza de proteine** are loc în ribozomi și REG, fiind coordonată genetic (zilnic în organism se reînnoiesc 500 gr de proteine).

**Reglarea metabolismului proteic* este realizată pe cale nervoasă și umorală.

- Reglarea nervoasă este realizată de hipotalamusul anterior, care intensifică anabolismul, și de cel posterior, care intensifică degradarea proteică.
- Reglarea umorală este realizată de hormoni anabolizanți proteici: STH, aldosteron, insulină, hormoni sexuali și de hormoni catabolizanți: cortizolul, tiroxina.

Metabolismele glucidic, proteic și lipidic constituie un tot unitar. Din catabolismul lor poate rezulta acetilCoA, care constituie un punct de plecare pentru alte căi metabolice - fig. 2.138.

Metabolismul energetic

Energia este produsă în mitocondrii, înmagazinată în ATP, în fosfocreatină și transformată în energie mecanică, electrică, calorică, osmotică, în funcție de necesitățile organismului. Din energia chimică potențială, eliberată prin oxidare și transformată în energie actuală sau utilă, doar 20-30% este utilizată pentru desfășurarea diferitelor procese vitale. Restul se transformă în energie calorică.

Deoarece toate transformările metabolice duc, în final, la apariția energiei calorice, schimburile energetice dintre organism și mediu se evaluează prin calorimetrie și se exprimă în calorii.

- *Calorimetria* poate fi: *directă* – se măsoară cantitatea de căldură degajată de organism într-o cameră calorimetrică; *indirectă* – prin determinarea coeficientului respirator (C.R.). Acesta reprezintă raportul dintre cantitatea de CO_2 eliberat și cantitatea de oxigen consumat, pentru degradarea lipidelor (C.R. = 0,7), proteine (C.R. = 0,8), glucide (C.R .= 1).

Orice organism prezintă două tipuri de cheltuieli energetice: *minime* – necesare pentru menținerea funcțiilor vitale (metabolism bazal) și *variabile* – în funcție de activitatea desfășurată.

- *Metabolismul bazal* se determină în condiții de repaus fizic, psihic, digestiv, la temperatură confortabilă. Exprimarea metabolismului bazal se face pe m^2 de suprafață corporală și pe oră, conform formulei: MB = nr. total de Kcal pe oră/suprafață corporală (m^2). Valoarea obținută se compară cu valorile standard, pentru indivizii care au același sex, vârstă, înălțime, greutate și se exprimă în procente față de aceste valori.

Cheltuielile energetice ale organismului pot crește de 10-20 de ori în cursul eforturilor.

Cheltuielile energetice zilnice sunt acoperite printr-o rație alimentară echilibrată.

Dieta

Pentru medicii din Grecia Antică „dieta" reprezenta un ansamblu de norme, nu numai alimentare, ce contribuiau la menținerea sau redobândirea sănătății.

Astăzi, termenul se referă la o alimentație – definită în principiu prin calitatea și cantitatea alimentelor – care asigură o corectă funcționare a organismului. În dietă trebuie să fie incluse toate substanțele alimentare în proporție corectă, mai exact: glucide, minimum 50% (cereale, cartofi, legume), grăsimi, circa 30% (ulei, unt, lapte, brânză, ouă) și proteine, peste 20% (soia, fasole, mazăre, linte, carne, lapte, ouă, brânză etc.) - fig. 2.139.

Alimentele trebuie să furnizeze o cantitate de energie (măsurată în kilocalorii) adecvată sexului, vârstei, activității efectuate și structurii fizice (vezi tabelul).

O parte din această energie este folosită pentru menținerea funcțiilor vitale, restul servind la desfășurarea activităților fizice și psihice ale individului.

Alimentația condiționează nu numai supraviețuirea individului, ci și dezvoltarea societății: de-a lungul secolelor, în toată lumea (și astăzi, încă în foarte multe țări), lipsa hranei duce la moartea sau afectarea în plan psihologic a milioane de indivizi.

În lumea occidentală însă, în aceste ultime decenii s-au răspândit o serie de tulburări sau chiar boli, mai ales ale ficatului și sistemului circulator, cauzate de unele excese sau dezechilibre alimentare. În mod special, atrag atenția consumul de carbohidrați și de grăsimi animale și lipsa din hrana consumată a fibrelor alimentare.

Pe lângă aceasta, metodele moderne de cultivare a plantelor și de creștere a animalelor, precum și cele de conservare a alimentelor – metode improprii păstrării vitaminelor din conținutul acestora – conduc la administrarea unor produși sintetici care să le suplinească.

Rolul substanțelor nedigerabile (fibre) este extrem de important pentru organism.

Fibrele pot fi:

- alimentare (alcătuite din celuloză, hemiceluloză, pectină și lignină);

- fibre neprelucrate (constituite exclusiv din celuloză și lignină).

Chiar dacă nu sunt digerate și asimilate, au un rol indispensabil pentru organismul uman: ele întrețin bacteriile intestinale și favorizează contracțiile peristaltice deoarece cresc masa conținutului intestinal. O cantitate adecvată de fibre accelerează, din acest motiv, tranzitul și eliminarea materiilor fecale, a căror prezență prelungită în intestin poate favoriza fermentațiile și producerea de substanțe iritante și toxice pentru mucoasă. Unele dintre aceste substanțe pot fi absorbite și, intrând în circulația sangvină, produc procese grave de intoxicare.

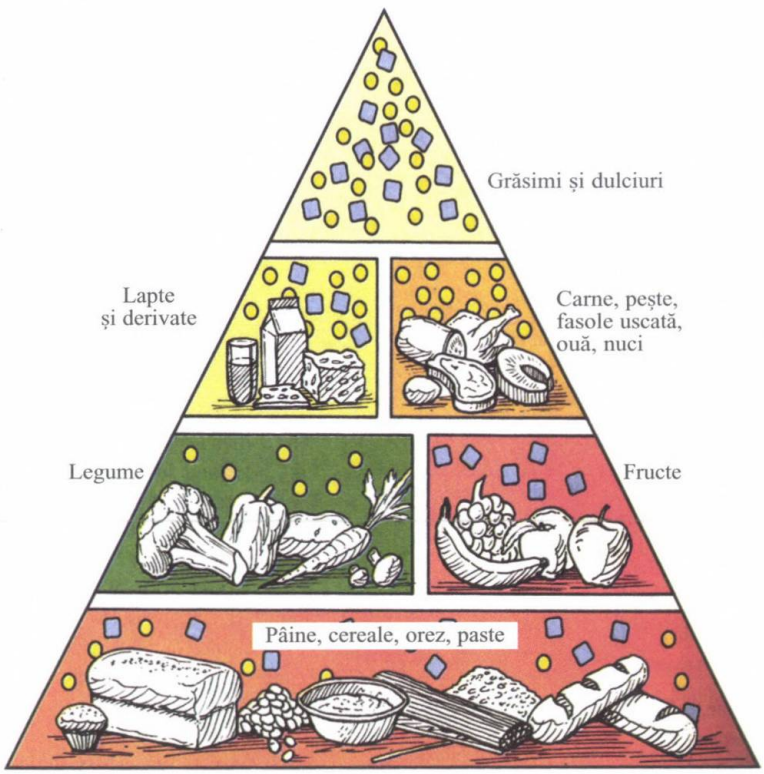


Fig. 2. 139 *Alimentele dietei ideale*

Aportul caloric total al unei rații zilnice (pentru persoane active)

	Bărbați			Femei		
Vârstă	25	40	60	25	40	60
Greutate	70	70	70	60	60	60
Înălțime	170	170	170	160	160	160
Calorii	4.500	3.000	2.500	3.000	2.300	2.000

Caloriile unor alimente (la 100 g)

Aliment	Calorii
miel - carne grasă	340
miel - carne slabă	120
rață	120
supă de carne grasă	8
iepure	175
găină	300
porc slab	150
porc gras	400
juncan slab	100
juncan gras	340
salam	460
vițel	94
scrumbii proaspete	100
scrumbii sărate	165
pește uscat și sărat	165
merlucius	70
sardine proaspete	110
sardine în ulei	300
ton proaspăt	123
ton în ulei	200
ouă (80 g)	50
șuncă	250
brânză	380
marmeladă	300
pâine	260
cafea cu zahăr	30
verdețuri	90

*Vitaminele

Vitaminele sunt efectori biologici indispensabili pentru creșterea, dezvoltarea și reproducerea viețuitoarelor. Ele nu se pot sintetiza în organism sau pot fi produse în cantități insuficiente și trebuie introduse prin alimentație. Uneori, vitaminele nu se găsesc ca atare în alimente, ci sub forma unor compuși apropiați structural, numiți *provitamine*. În organism, acești precursori se transformă în vitamine propriu-zise.

Vitaminele au și un rol coordonator, integrator și reglator la nivelul întregului organism. Lipsa parțială a unei vitamine determină *hipovitaminoza*, iar lipsa totală, *avitaminoza*, aparând tulburări de troficitate a tegumentelor, de funcționare a sistemului nervos și a altor sisteme, putând avea și efect letal.

În funcție de solubilitatea lor, vitaminele se clasifică în *hidro* și *liposolubile*. Din grupa vitaminelor hidrosolubile fac parte vitaminele complexului B (B_1, B_2, B_6, B_{12}), vitaminele C, H, PP, iar din grupa celor liposolubile fac parte vitaminele A, D, E, K.

Alimentele nu conțin mereu cantitatea necesară de vitamine, din cauza metodelor moderne de cultivare și conservare a lor. Numeroase vitamine, expuse luminii, variațiilor de temperatură sau aerului, își pierd calitatea.

În aceste cazuri, ca și în perioadele cu particularități speciale (în perioada de creștere, în timpul sarcinii și în unele cazuri de infecții puternice), medicii recomandă un supliment de vitamine.

Administrarea lor este necesară în timpul și după un tratament cu antibiotice, deoarece acestea din urmă, în afară de distrugerea germenilor patogeni, distrug și bacteriile care sintetizează și fac asimilabile vitaminele în intestin.

Principalele vitamine și rolul lor în organismul adult

Vitamina	Sursa	Principalele funcții în organism	Efecte ale carenței	Efecte ale excesului
Vitamina A	- ficat, unt, ouă, lapte, brânză, morcov, broccoli, spanac	- constituent al pigmenților vizuali - intră în structura mucopolizaharidelor - favorizează creșterea	- malformații osoase - întârzieri de creștere - cecitate	- cefalee - vărsături - alterări ale oaselor lungi
Vitamina D	- ficat de pește, lapte și derivatele lui, ouă	- reglează metabolismul calciului și fosforului - acționează asupra calcifierii oaselor	- rahitism la copii	- vărsături - diaree - pierdere în greutate
Vitamina E	- salată, arahide, lapte și derivatele lui, gălbenuș de ou, ulei din germeni de grâu	- funcționează ca antitoxic, prevenind vătămări ale membranei celulare - ajută la secreția hormonilor sexuali	- sterilitate la ambele sexe	- nu este toxică
Vitamina K	- verdețuri, fructe, cereale, carne, chiar sintetizată de flora intestinală	- coagularea sângelui	- hemoragii externe și interne	- nu este toxică
Vitamina B_1	- carne de porc, măruntaie de vită, cereale, legume, gălbenuș de ou	- constituie o coenzimă ce acționează în reacțiile implicate în degradarea anhidrazei carbonice, în metabolismul glucidelor și în nutriția unor țesuturi, mai ales a celui nervos	- boala beri-beri (leziuni ale țesutului nervos, edeme, insuficiență cardiacă)	- nu au fost întâlnite
Vitamina B_2	- ouă, lapte și derivatele sale, carne, cereale, legume, spanac, ciuperci, broccoli	- dezvoltarea corpului: este un constituent al FAD (coenzimă)	- buze înroșite, despicături ale colțului gurii - leziuni ale ochilor	- nu au fost întâlnite
Vitamina B_5	- miere, mazăre varză, portocale, tomate, banane	- participă la constituirea coenzimei A	- oboseală, agitație, lipsă de coordonare	- nu au fost demonstrate

Vitamina	Sursa	Principalele funcții în organism	Efecte ale carenței	Efecte ale excesului
Vitamina B_6	- carne, verdețuri, cereale, mere, pere, cartofi, lapte	- metabolizarea aminoacizilor - are efecte benefice asupra sistemului nervos și asupra pielii	- iritabilitate, convulsii, contracții musculare, dermatite în zona ochilor, calculi renali	- nu s-au semnalat
Vitamina B_{12}	- măruntaie de vită (ficat, rinichi, inimă), hering, scrumbie, carne, ouă, lapte și derivate - nu este prezentă în vegetale	- metabolismul acizilor nucleici	- anemie, tulburări ale sistemului nervos	- nu s-au semnalat
Vitamina PP	- ficat, carne slabă, cereale, legume	- este constituent a două coenzime (NAD și NADP)	- pelagra (boală manifestată prin leziuni epidermice și gastrointestinale, dezechilibre nervoase)	- roșeață, usturimi, prurit în jurul gâtului, pe față și mâini
Vitamina C	- citrice, tomate, ardei, salată verde, pătrunjel, kiwi	- influențează procesele de nutriție în fiecare țesut - factor antihemoragic - stimulează procesele oxidoreducătoare - factor antistres - conferă rezistență în bolile infecțioase	- scorbutul (degradări ale pielii, dinților, vaselor de sânge, hemoragii epiteliale)	- nu este toxică - posibilitatea apariției calculilor renali

SINTEZĂ

- Metabolismul reprezintă totalitatea proceselor de transformare și schimb energetic, ce au loc între organism și mediul extern.
- Metabolismul cuprinde metabolismul intermediar și pe cel energetic.
- Metabolismul intermediar studiază transformările nutrimentelor absorbite la nivelul tubului digestiv.
- Metabolismul energetic studiază schimburile energetice dintre organism și mediu.
- Dieta reprezintă alimentația care asigură funcționarea corectă a organismului.
- Vitaminele sunt substanțe indispensabile creșterii și dezvoltării organismului.

TEME

I. Răspunde la următoarele întrebări:

1. Ce modificări suferă glucidele în cadrul metabolismului energetic?
2. Ce reprezintă o rație alimentară echilibrată?

II. Stabilește care dintre următoarele afirmații sunt adevărate:

1. Aminoacizii esențiali provin doar din alimentație.
2. Acidul piruvic este un intermediar specific oxidării aerobe a glucozei.
3. Lipidele subcutanate limitează pierderile de căldură.
4. Colesterolul este precursor al hormonilor medulosuprarenalei.

Probleme

I. Notează, în decursul a 24 de ore, cât timp alergi, cât timp mergi și cât timp stai. Apoi estimează numărul de calorii pierdute, știind că: într-un minut de stat se consumă o calorie, într-un minut de mers se consumă două calorii și un minut de alergat, trei calorii. Apoi compară caloriile pierdute cu cele consumate.

II. Se dau următoarele rații alimentare zilnice:

1. 38 g lipide, 250 g glucide (glucoză), 311 g proteine
2. 500 g glucide, 100 g proteine, 58 g lipide
3. 92 g lipide, 423 g glucide, 180 g proteine
4. 70 g proteine, 406 g glucide, 180 g lipide

Care este rația corectă pentru un adult normoponderal?

Activitate în perechi

Notați, timp de trei zile, alimentele pe care le mâncați. Analizați-vă dieta, comparând-o cu recomandările corecte. Discutați în clasă despre posibilitățile de ameliorare a dietei.

3. FUNCȚIA DE REPRODUCERE

AMINTEȘTE-ȚI

- Care sunt gonadele masculine și feminine?
- Ce rol au ele?
- Ce este zigotul?

Reproducerea reprezintă o caracteristică fundamentală a organismelor vii, având ca finalitate perpetuarea speciei. Sistemul reproducător are o alcătuire relativ unitară, fiind format din *organe sexuale propriu-zise*, numite și *gonade*, *căi genitale, glande anexe* și *organe genitale externe*.

Sistemul reproducător masculin

Gonadele masculine se numesc *testicule*. De la pubertate, acestea încep să producă gameți (spermatozoizi) și testosteron (hormon androgen), funcții păstrate toată viața.

Testiculele își încep dezvoltarea în cavitatea abdominală, de unde coboară, în cursul dezvoltării ontogenetice, într-o pungă tegumentară, numită *scrot*. Fiecare testicul - fig. 2.140 - prezintă la exterior o membrană fibroasă (*albugineea)*, care se îngroașă la partea superioară, formând *mediastinul*. Din mediastin pornesc septuri ce delimitează *lobulii* testiculari (200-300 pentru fiecare testicul).

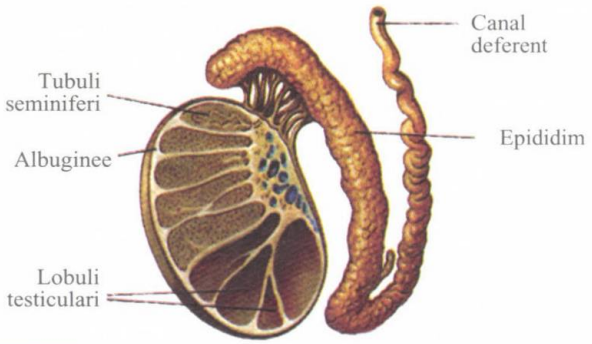


Fig. 2.140 *Testicului*

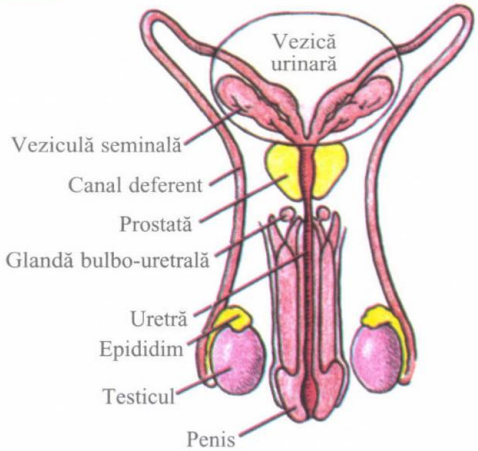


Fig. 2.141 *Sistemul reproducător masculin*

Lobulul este unitatea morfofuncțională a testiculului și este format din 2-4 *tubi seminiferi contorți, celule interstițiale Leydig* și *capilare*.

Tubii seminiferi reprezintă componenta *exocrină* a testiculului, la nivelul lor desfășurându-se spermatogeneza.

Celulele interstițiale, dispuse printre tubii seminiferi, reprezintă componenta *endocrină* și produc testosteron.

Căile genitale - fig. 2.141 - sunt cele prin care gameții sunt transportați și depozitați: din tubii seminiferi trec în alte structuri tubulare încolăcite, din afara testiculului, numite *epididim*. Aici se maturează gameții. După maturare, trec în *canalul deferent*, unde sunt depozitați. Canalele deferente ale celor două testicule se unesc la nivelul veziculelor seminale și formează *canalul ejaculator*. Partea de canal ejaculator din interiorul penisului se numește *uretră* și are un dublu rol: conduce sperma din veziculele seminale (în ejaculare), dar și urina, de la vezica urinară (în timpul urinării).

Penisul, organ genital extern, cilindric, erectil, este format din țesut spongios, cu spații de sânge extensibile. În momentul excitării sexuale sunt declanșate reflexe nervoase, care determină creșterea fluxului sangvin arterial spre penis. Astfel, se umplu spațiile de sânge din țesutul erectil, iar penisul (care în mod normal este flasc) se întărește și își mărește dimensiunile (procesul poartă numele de erecție).

Lichidul seminal este format dintr-o parte fluidă și din gameți. Partea lui fluidă este secretată de mai multe **glande anexe**:

- veziculele seminale, situate la baza vezicii urinare, secretă un lichid vâscos, ce conține nutrienți pentru gameți;
- glanda prostată secretă un lichid lăptos, alcalin, care permite creșterea mobilității spermatozoizilor. Prostata înconjoară partea inițială a uretrei, în care își varsă produsul de secreție;
- glandele bulbo-uretrale secretă un mucus cu efect lubrifiant. Sunt situate la baza uretrei, în care se deschid.

Sistemul reproducător feminin

Gonadele feminine poartă numele de *ovare* și sunt organe pereche; produc atât gameți (ovule), cât și hormoni (foliculina și progesteronul), fiind situate în pelvis. Fiecare ovar - fig. 2.142 - prezintă la exterior un înveliș fibros, sub care se află parenchimul, format dintr-o zonă corticală (la exterior) și o zonă medulară (la interior).

Zona corticală are foliculi ovarieni, în diferite stadii de evoluție. La naștere, în ambele ovare se găsesc 400.000 de foliculi primordiali, majoritatea degenerând. Se vor matura 300-400 foliculi, câte unul în fiecare lună, de la pubertate până la menopauză, sub acțiunea gonadotropilor hipofizari.

Foliculul matur este *foliculul de Graaf*, conținând un ovocit, după a cărui eliminare (ovulație) se transformă în *corp galben*, care secretă progesteron.

Ovulul nefecundat se elimină odată cu menstruația, iar corpul galben involuează și se va transforma în *corp alb* (țesut cicatricial). În cazul sarcinii, transformarea se realizează după primele trei luni.

Căile genitale sunt formate din următoarele structuri:

- *Trompele uterine*, structuri tubulare (8-12 cm), ce fac legătura între ovare și uter. Capătul dinspre ovar are formă de pâlnie, cu marginile franjurate (fimbrii), servind la captarea ovulului. Mucoasa trompelor prezintă celule ciliate, ajutând la deplasarea ovulului și a zigotului spre uter.
- *Uterul* este o dilatare a căilor genitale, fiind interpus între trompe și vagin și având peretele musculos, gros, căptușit de epiteliu (endometru). Aici au loc nidația oului și dezvoltarea embrionului.
- *Vaginul* (conduct musculos) membranos are rol copulator. În partea superioară se continuă cu colul uterin, iar în cea inferioară se deschide în vestibulul vaginal (în care se deschide și uretra), prin orificiul vaginal, acoperit incomplet de himen. Orificiul vaginal este delimitat de labiile mici, care împreună cu cele mari formează *vulva*.

La partea anterioară a vulvei se află *clitorisul*, organ erectil, omologat cu penisul. *Vulva* și *clitorisul* constituie **organele genitale externe**.

Ciclul uterin reprezintă modificările mucoasei uterine provocate de variația concentrației hormonilor ovarieni (de-a lungul ciclului ovarian).

Ciclul uterin are trei faze: menstruală, proliferativă și secretorie.

a) *Faza menstruală* durează aproximativ 3-4 zile, prima zi fiind considerată și prima zi a ciclului menstrual. În timpul acestei faze are loc eliminarea mucoasei uterine, proces ce determină ruperea capilarelor sangvine. Ca urmare, se produce o pierdere treptată de sânge (între 50 și 80 ml).

b) *Faza proliferativă* se desfășoară din ziua a 3-a (a 4-a) până în ziua a 13-a (a 14-a) a ciclului uterin și constă în îngroșarea mucoasei uterine (pentru că se dezvoltă glandele și vasele de sânge).

c) *Faza secretorie* începe în ziua a 14-a (a 15-a) și durează până la apariția unei noi menstruații. În această fază se fac pregătiri în vederea nidației viitorului embrion.

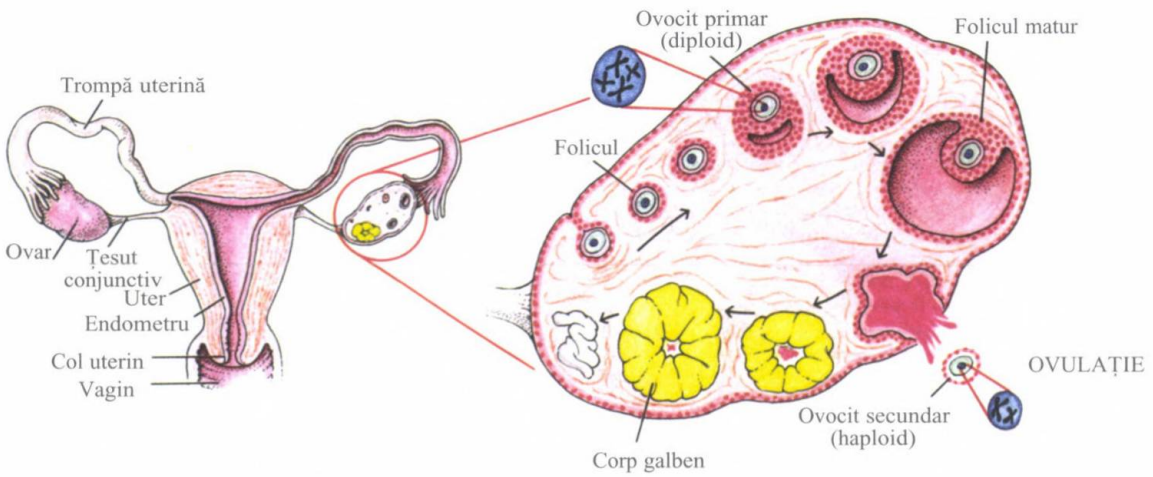


Fig. 2.142 *Sistemul reproducător feminin*

Descrie structura sistemului reproducător feminin și procesul de formare a corpului galben.

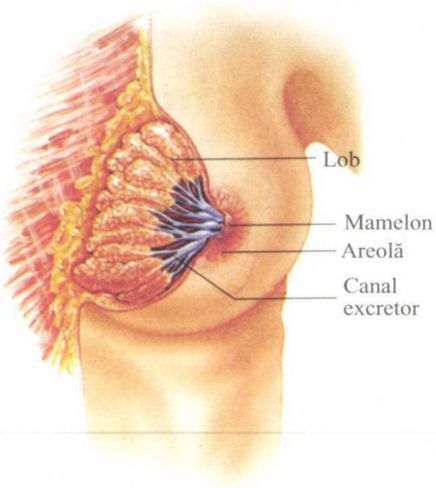


Fig. 2.143 *Glanda mamară*

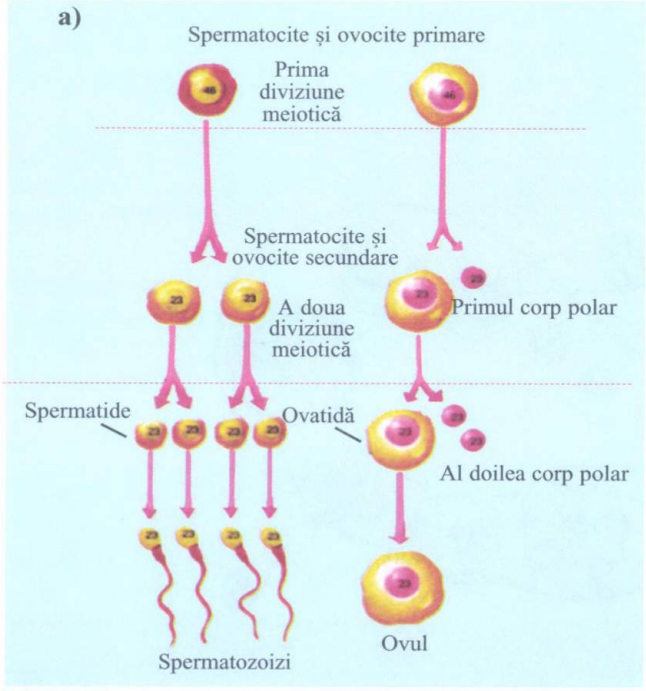
În prima parte a ciclului uterin (preovulatorie) celulele din pereții foliculului secretă estrogeni, iar în a doua parte corpul galben secretă estrogeni și progesteron, hormon care pregătește endometrul pentru nidație.

Organele anexe ale sistemului reproducător sunt reprezentate de mamele. Acestea cuprind glandele mamare și părțile moi adiacente. Se întâlnesc la ambele sexe, dar la bărbați nu sunt dezvoltate și nu au rol secretor. Glandele mamare sunt tubulo-acinoase, fiind alcătuite din lobi și lobuli. Fiecare lob are un canal excretor, care străbate mamelonul și se deschide la exterior - fig. 2.143.

Rolul hormonilor sexuali: intervin în diferențierea, maturarea și funcționarea normală a organelor reproducătoare, în comportamentul reproductiv al indivizilor, în exprimarea caracterelor sexuale secundare.

Reproducerea

Este un proces complex, ce se desfășoară în două etape: *gametogeneza*, care înseamnă formarea gameților prin diviziune meiotică - fig. 2.144 a) și *fecundația*, prin care gameții se „întâlnesc" și fuzionează. În urma fecundației se formează celula ou (diploidă) care, după circa 36 de ore de la fecundație, se divide și formează două celule, după 60 de ore se formează patru celule, după 3 zile se formează opt celule (toate egale în dimensiuni); după circa 5 zile se ajunge la primul stadiu de dezvoltare ontogenetică, *blastula* nidându-se în endometru, unde își continuă dezvoltarea, dând naștere *embrionului* - fig. 2.144 b). Acesta prezintă trei foițe embrionare: ectoderm, endodedrm și mezoderm, din care, prin diferențiere, se formează primordiile organelor. Din luna a treia, embrionul devine *făt* și va fi expulzat după nouă luni, prin actul nașterii devenind *nou-născut*.



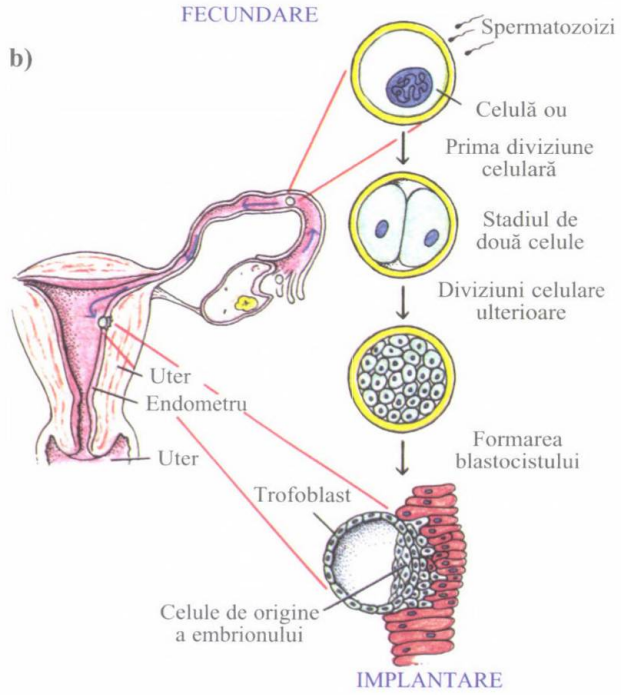


Fig. 2.144 *a) *Gametogeneza; b) Fecundare și implantare*

Sarcina

Este o stare fiziologică ce durează din momentul fecundației până la expulzarea produsului de concepție. Durează aproximativ 40 de săptămâni și poate fi:

– *uterină*, când grefarea embrionului (oului) se face în uter;

– *extrauterină*, când grefarea se face în afara cavității uterine (cel mai frecvent în trompele uterine). Sarcina poate fi unică sau multiplă. Cea mai frecventă sarcină multiplă este cea gemelară (dublă).

În 85 % din cazurile de sarcină gemelară aceasta este dizigotă (bivitelină), rezultând din fecundarea a două ovule, ajunse la maturitate în același timp, de către doi spermatozoizi. Așadar, vor fi două placente cu două pungi amniotice. Fetii pot avea sau nu același sex.

În 15 % din cazuri sarcina gemelară este monozigotă (monovitelină), adică provine dintr-un singur ovul fecundat, care la începutul dezvoltării se dedublează. În acest caz, copiii sunt întotdeauna de același sex și foarte asemănători fizic. La naștere, de obicei, unul este mai greu; se nasc la interval de 20-30 de minute.

Printre cele mai importante semne ale sarcinii se numără: încetarea menstruației (deși uneori mai pot apărea una-două sângerări, care pot fi interpretate ca menstruație), grețuri, salivație exagerată, vărsături, anorexie, intoleranță la anumite mirosuri (tutun, mâncare, parfum etc.), dezvoltarea uterului, care duce la mărirea abdomenului.

Deși este o stare absolut normală, sarcina poate să determine unele tulburări în organism. De aceea, medicul este cel care trebuie să confirme sarcina și să evalueze starea de sănătate a femeii gravide.

La începutul sarcinii se vor face controale lunar, iar la sfârșit, de două ori pe lună. În timpul sarcinii se fac unele analize:

– determinarea grupei de sânge și Rh-ul;

– examenul secreției vaginale, pentru a depista eventualele infecții;

– numărătoarea globulelor albe și roșii și dozarea hemoglobinei, deoarece pot apărea anemii;

– examenul de urină, prin care se urmărește prezența albuminei (semn de complicație a sarcinii);

– măsurarea tensiunii arteriale, care, în mod normal, crește ușor în ultimele luni de sarcină;

– cântărirea se face lunar. În mod normal, până la sfârșitul sarcinii creșterea în greutate trebuie să fie de aproximativ 10 kg. Creșterile mai mari indică rețineri de apă.

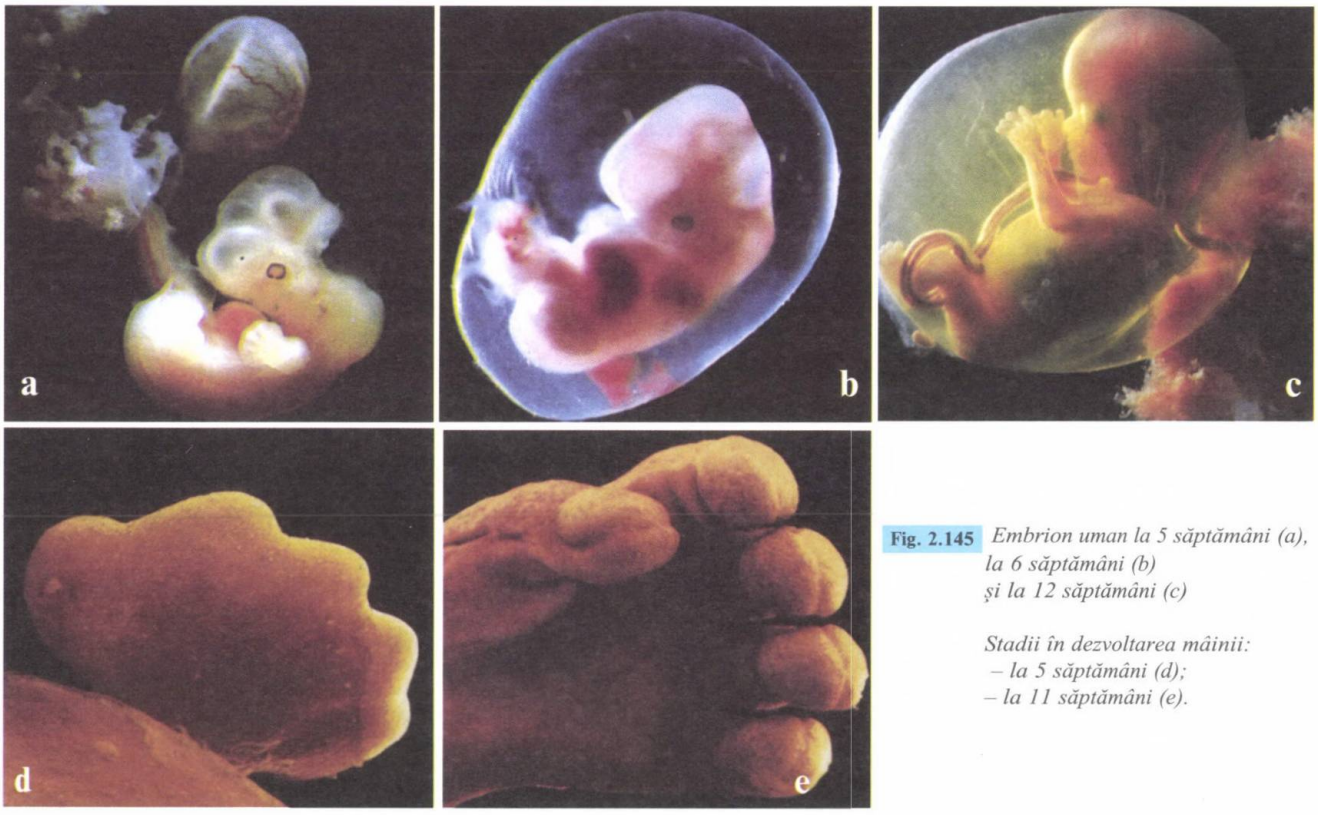


Fig. 2.145 *Embrion uman la 5 săptămâni (a), la 6 săptămâni (b) și la 12 săptămâni (c)*

Stadii în dezvoltarea mâinii:
– la 5 săptămâni (d);
– la 11 săptămâni (e).

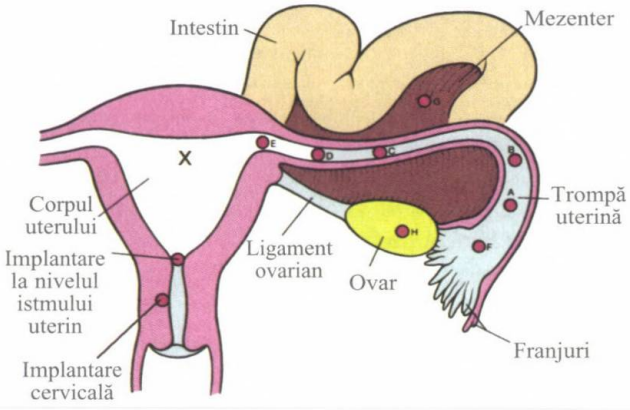


Fig. 2.146 *Localizări ale sarcinii ectopice. Implantarea normală este indicată prin X, iar implantările anormale sunt indicate prin litere, în ordinea frecvenței apariției*

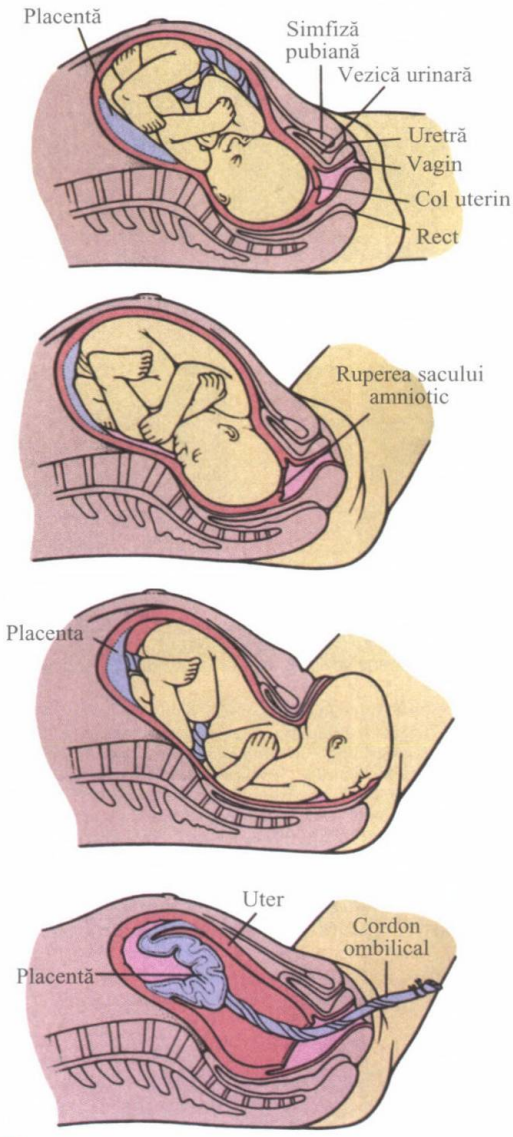


Fig. 2.147 *Stadii în timpul nașterii*

În cazul în care, din numeroase motive, nu se produce o fertilizare in vivo, se poate apela la fertilizarea in vitro. Această tehnică a fost folosită prima dată în 1978. Cu ajutorul unui laparoscop se extrage un ovul din foliculul ovarian și este fertilizat cu spermatozoizi pe un mediu de cultură. În stadiul de blastocit este introdus în uter și, dacă implantarea a fost reușită, acesta se va dezvolta normal.

Sarcina extrauterină

Frecvent, fixarea extrauterină a oului se face în diferite porțiuni ale trompei și, mai rar, pe ovar sau în abdomen - fig. 2.146. Cauzele care împiedică trecerea ovulului fecundat din trompă (unde are loc fecundarea) în cavitatea uterină sunt variate, cele mai importante fiind inflamațiile (care îngustează lumenul trompei). La semnele obișnuite de sarcină se pot adăuga: dureri abdominale violente și pierderi de sânge prin vagin. Dezvoltarea embrionului în trompă poate provoca ruperea ei, însoțită de mari dureri, hemoragie internă, stare de leșin și chiar moarte (prin hemoragie).

Nașterea

Este declanșată pe cale hormonală și nervoasă.

Travaliul - fig. 2.147 - are două perioade principale: dilatația colului uterin și expulzia fătului.

Începutul nașterii se manifestă prin contracții uterine dureroase, intermitente. La început durează 20 de secunde și se repetă la 15-20 de minute, apoi devin din ce în ce mai frecvente, repetându-se la 2-3 minute și având o durată de 40 de secunde. Ca urmare, colul uterin se dilată.

La prima naștere, perioada de dilatație durează 12-14 ore, iar la următoarea, mai puțin. Concomitent cu dilatarea colului uterin are loc ruperea „pungii apelor" (sacul amniotic), iar fătul este împins în jos. Acest timp al nașterii se numește angajare, iar ieșirea prin orificiul vulvo-vaginal, degajare. După scoaterea fătului, se secționează cordonul ombilical și se leagă. După 20-30 de minute de la expulzia fătului, placenta se desprinde de pe suprafața uterului și este eliminată.

Lăuzia

Este perioada de după naștere, cuprinsă între 6 și 8 săptămâni. Se caracterizează prin revenirea la normal a structurilor genitale implicate și apariția laptelui (sub influența prolactinei – hormon adenohipofizar). În această perioadă, rezistența organismului femeii este diminuată și este mai expusă la infecții. În timpul lăuziei (ca și al sarcinii), femeia nu trebuie să ia niciun medicament fără prescripția medicului, deoarece acestea trec prin lapte (respectiv placentă) și pot provoca tulburări copilului.

Planning familial

Planificarea familială, conform definițiilor acceptate internațional în anul 1998, reprezintă:

– dreptul individului (ca drept al omului) de a decide numărul copiilor și planificarea nașterilor;

– dreptul de a folosi metode contraceptive (excluzând avortul indus);

– absența unor bariere legale în dezvoltarea serviciilor de contracepție (incluzând sterilizarea);

– informarea adecvată a populației despre avantajele și dezavantajele metodelor contraceptive și despre cum pot fi ele folosite în mod eficient;

– înalta calitate și accesibilitate la serviciile de contracepție, disponibilitatea unei game largi de metode contraceptive, în sprijinul unei alegeri garantate.

Contracepția reprezintă ansamblul metodelor care-i permit cuplului să aibă relații sexuale normale, evitând însă riscurile unei sarcini, prin împiedicarea fecundării ovulului de către spermatozoid.

Metode contraceptive

Nume	Caracteristică	Acțiune (consecință)	Eficiență	Riscuri
Vasectomie	Secționarea și apoi legarea vaselor deferente	Lipsa spermei din lichidul seminal	Aproape 100%	Sterilitate ireversibilă
Legarea trompelor	Secționarea și apoi legarea trompelor uterine	Ovulul nu mai ajunge în trompă, uter	Aproape 100%	Sterilitate ireversibilă
Contraceptive orale	Hormoni administrați zilnic sub formă de tablete	Hipofiza anterioară nu mai eliberează FSH și LH	Aproape 100%	Tromboembolii, în special la fumătoare
Norplant (implant)	Tuburi cu progestin (formă de progesteron) sunt implantate sub pielea femeii	Hipofiza anterioară nu mai eliberează FSH și LH	Peste 90%	Necunoscute până în prezent
Diafragmă	Cupă de plastic inserată în vagin, pentru a acoperi colul uterin (înaintea contactului sexual)	Blocarea pătrunderii spermei sau în uter	Peste 90%	Idem
Bureți	Dispozitiv ce conține spermicide și se introduce în vagin înaintea actului sexual	Acționează ca barieră și omoară spermatozoizii	Aproximativ 90%	Idem
Prezervativ masculin	Înveliș de plastic, ce se aplică înaintea actului sexual	Colectează sperma și previne SIDA (și alte boli venerice)	Aproximativ 85%	Idem
Prezervativ feminin	Tub de plastic fixat în interiorul vaginului	Blochează intrarea spermei în uter și previne bolile venerice	Aproximativ 85%	Idem
Retragere	Bărbatul se retrage din vagin înaintea ejaculării	Previne pătrunderea spermei în vagin	Aproximativ 75%	Idem
Creme spermicide	Sunt introduse în vagin înaintea actului sexual	Omoară un număr mare de spermatozoizi	Aproximativ 75%	Idem
Planificare familială naturală	Determinarea zilei ovulației	Evitarea contactului cu cinci zile înainte de ovulație și cu două zile după ovulație	Aproximativ 70%	Idem

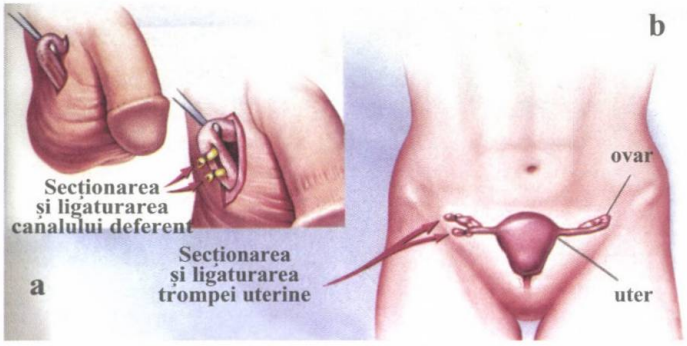
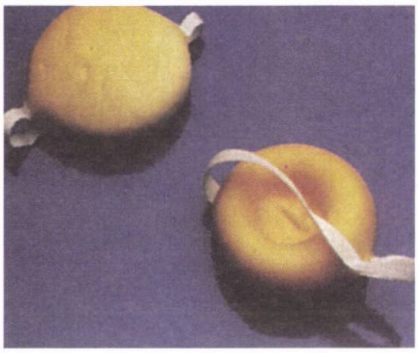
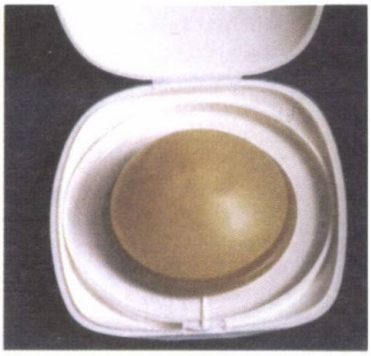


Fig. 2.148 *Metode contraceptive:*
vasectomie (a), legarea trompelor (b), bureți contraceptivi (c, d), diafragmă (e), pilule contraceptive (f), spermicide vaginale (g), prezervativ masculin (h), prezervativ feminin (i), norplant (j)


c

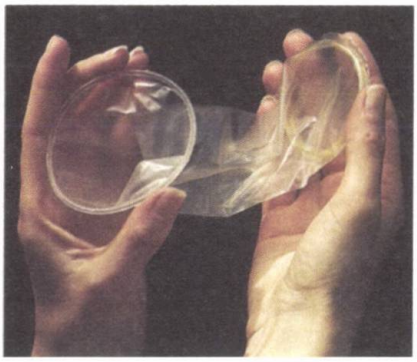
d

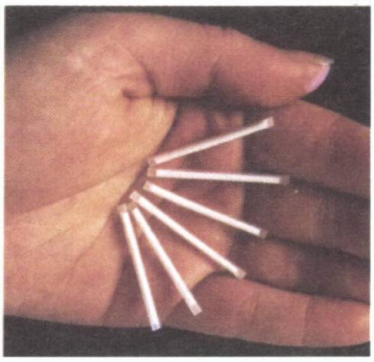

e

f

g

h


i


j

Descrie metodele contraceptive prezentate și modul lor de acțiune.

Noțiuni de igienă și patologie

Afecțiuni	Cauze	Simptome	Prevenire
Vaginite	Inflamații ale mucoasei vaginale, provocate de infecția cu ciuperci microscopice, cel mai frecvent cu Candida albicans, sau cu alte microorganisme, cum este Trichomonas vaginalis, ce se pot transmite pe cale sexuală	Secreție vaginală groasă, grunjoasă, cu senzație intensă de mâncărime (prurit), în vaginita micotică, iar în cea trichomonazică secreția este spumoasă, aerată, galben-verzuie	• Pentru menținerea unei bune sănătăți a organelor genitale, se recomandă: -respectarea normelor elementare de igienă (spălare zilnică, iar în perioada menstruației, chiar de mai multe ori pe zi); - în timpul menstruației se vor evita băile în cadă sau la ștrand (se fac dușuri călduțe); - prevenirea contaminării venerice, prin utilizarea prezervativului și evitarea contactelor sexuale întâmplătoare
Anexite	Inflamații ale trompelor uterine determinate de infecții, tulburări hormonale	Dureri abdominale în zona lombară, febră, în formele acute, secreție vaginală abundentă. Frecvent se cronicizează, ducând la sterilitate	
Adenom de prostată	Mărire de volum a prostatei, dată de tulburări în secreția androgenilor la vârstă înaintată (apare frecvent la bărbații de peste 60 ani), sedentarism, infecții repetate ale prostatei, constipație	Inițial apar micțiuni frecvente, dar în cantități mici, în special noaptea. Pot apărea infecții urinare, pentru că vezica nu se poate goli complet. Ulterior, când uretra este comprimată total, nu se mai produce urinarea	

SINTEZĂ

- La om, reproducerea este un proces sexuat, care se realizează la nivelul structurilor ce alcătuiesc sistemul reproducător.
- Sistemul reproducător este format din gonade și căi genitale.
- Gonadele masculine se numesc testicule și la nivelul lor se formează gameții (spermatozoizii).
- Gonadele feminine se numesc ovare, care produc gameții, numiți ovule.
- Căile genitale au rol în transportul și depozitarea gameților.
- Un ovul fecundat se va transforma într-un organism complet în cadrul procesului de dezvoltare, care cuprinde: diferențierea, morfogeneza și creșterea.
- După circa 266 de zile de la contopirea gameților are loc nașterea. Perioada care urmează după sarcină se numește lăuzie.

TEME

I. Răspunde la următoarele întrebări:

1. Ce se întâmplă cu endometrul în timpul ciclului uterin?
2. De ce dispare menstruația în timpul sarcinii?
3. Care sunt cele mai eficiente metode contraceptive?

II. Definește următoarele noțiuni: canalicule seminifere, epididim, canal deferent, prostată, ovar, uter, trompe.

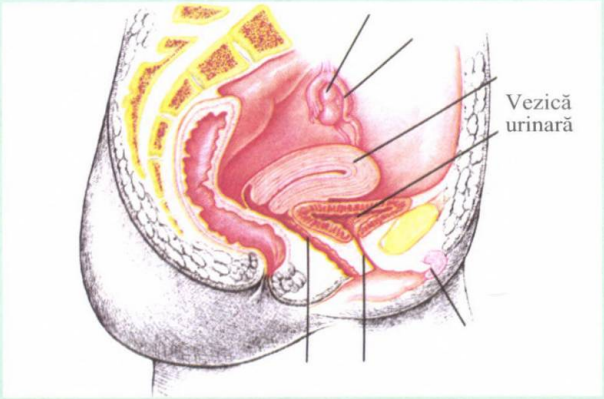
III. Completează corect spațiile punctate:

Gonadele masculine sunt reprezentate de....., produc..... numiți..... și hormonul..... .

Gonadele feminine sunt reprezentate de..... , produc..... numiți..... și hormonii... .

IV. Compară perioada de fertilitate din viața unei femei cu cea a unui bărbat.

V. Completează legenda figurii de mai jos:



Activitate în perechi • Formulați o ipoteză

1. De ce credeți că femeile cu vârste de peste 35 de ani pot naște mai frecvent copii cu diverse anomalii?
2. O modalitate de a descrie acțiunea tabletelor contraceptive este aceea că îi trimit creierului mesajul că organismul poartă o sarcină.

Cum reușesc acest lucru?

Cap. III

ORGANISMUL – UN TOT UNITAR

Homeostazia (gr. *homoios* = asemănător, *stasis* = stare) reprezintă constanța mediului intern, iar aceasta este condiția fundamentală a existenței, constanță intuită de Claude Bernard încă din 1858.

Realizarea și menținerea echilibrelor homeostazice sunt consecința participării diferitelor organe la aceste procese:

– sistemul digestiv asigură aportul de nutrimente;

– sistemul respirator asigură nevoile de oxigen;

– sistemul excretor menține constantă concentrația electroliților;

– sistemul circulator realizează legătura funcțională între diverse organe.

Homeostazia se menține prin mecanisme de autoreglare:

- *locale*, realizate de produșii catabolici celulari (de exemplu, acidoza tisulară în capilarele unui mușchi aflat în activitate are ca efect vasodilatația și creșterea fluxului sangvin);
- *nervoase,* realizate prin feedback, cu efecte imediate;
- *endocrine,* în strânsă legătură cu cele nervoase, ceea ce demonstrează **rolul integrator al celor două sisteme** - fig. 3.1.

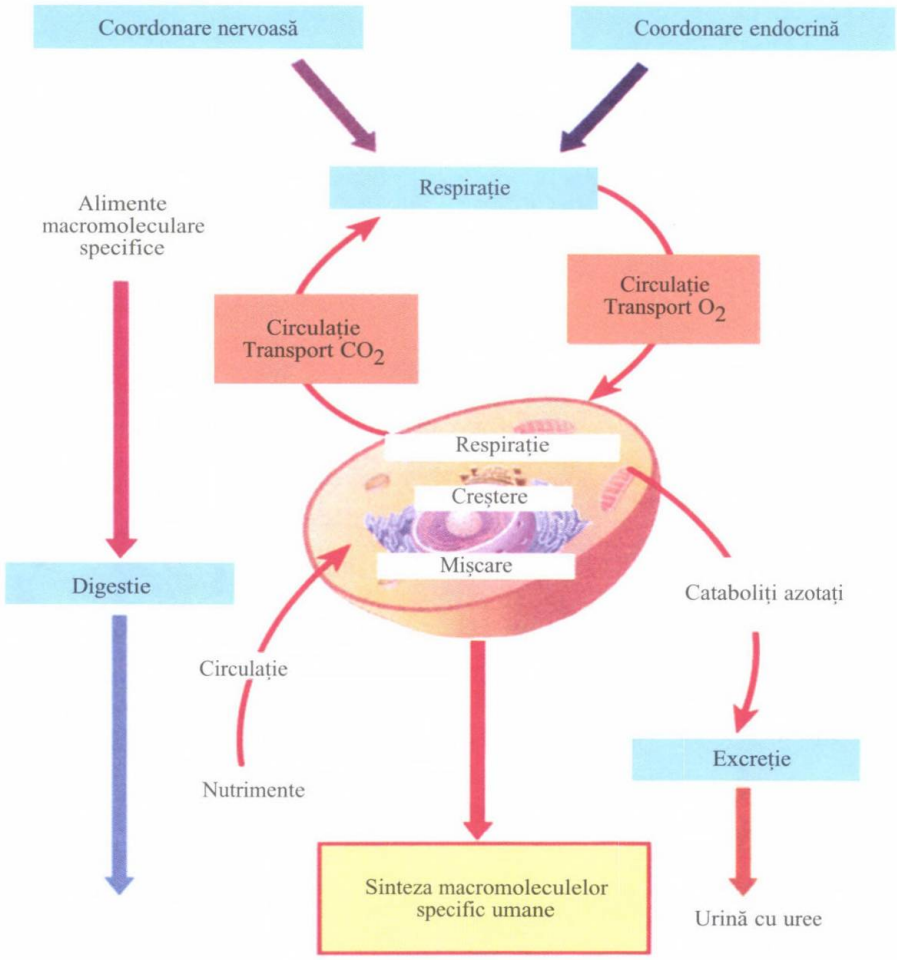


Fig. 3.1 **Reglare nervoasă și endocrină a funcțiilor organismului uman*

Argumentează rolul integrator al sistemelor nervos și endocrin, în coordonarea funcționării organismului ca un tot unitar.

*Principalele constante fiziologice din sânge

Denumirea analizei	Unitatea de măsură	Valorile normale
Acidul uric	mg/100 ml	2-5
	g/l	0,02-0,05
	µmol/l	119-297
Acizii grași totali	mg/100 ml	550-770
Adrenalina	µg/24 ore	20
Antigenul Australia	–	absent
A.S.L.O.	U./ml	sub 200
Bilirubina totală	mg/100 ml	1,0-1,2
	µmol/l	2-20
Calciul	mg/100 ml	9-11
	µmol/l	2,4-2,5
	mEq/l	4-5
Colesterolul	mg/100 ml	120-280
	g/l	g/l
	mmol/l	3,0-7,1
Creatinina	mg/100 ml	0,5-1,2
	umol/l	44-106
Electroforeza	%	52-62
serică - albumine	g/100 ml	3,64-4,34
- alfa-1-globuline	%	2-5
	g/100 ml	0,14-0,35
- alfa-2-globuline	%	6-9
	g/100 ml	0,42-0,63
- gamma-globuline	%	14-21
	g/100 ml	0,98-1,47
Eozinofilele	%	4-5
Factorul reumatoid	–	absent
Fibrinogenul	mg/100 ml	200-400
Fierul (la bărbat)	µg/100 ml	90-150
(la femei)	mg/l	0,9-1,5
	µg/100 ml	80-140
	mg/l	0,8-1,4
Fosfataza acidă	U.B.	1
	U.K.	1-4
	U.I.	4-14
Fosfataza alcalină	U.B.	1,5
	U.K.	3-13
	U.I.	13-45
Globulele albe		
- (adult)	mii pe mm^3	4000-8000
- (copii)	mii pe mm^3	4000-8000
Globulele roșii		
- (bărbați)	mil. pe mm^3	4,2-5,6
- (femei)	mil. pe mm^3	3,7-4,9
- (copii)	mil.pe mm^3	4,5-4,8
Glucoza	mg/100 ml	65-110
	g%	0,65-1,10
	mmol/l	3,60-6,10

Denumirea analizei	Unitatea de măsură	Valorile normale
Hematocritul		
(bărbați)	%	40-48
(femei)	%	36-42
(copii)	%	36-39
Hemoglobina		
(bărbați)	%	80-100
	g/100 ml	13,6-16
(femei)	mmol/l	8,4-10,7
	%	70-90
	g/100 ml	11,5-15
	mmol/l	7,0-9,3
Limfocitele	%	25-30
pe 1 mm^3	1500-3000	
Lipidele	mg/100 ml	60-800
(grăsimile totale)	g/l	6-8
Potasiul	mg/100 ml	16-21
	mmol/l	4,5-5,4
	mEq/l	4,5-5,4
Proteina C reactivă	mg/100 ml	negativă
Proteinele totale	g/100 ml	6,6-8,6
mEq/l	15,7-20,4	
Reacția Bordet -Wassermann	–	negativă
Sodiul (Natriul)	mg/100 ml	310-350
Testul la timol	U.M.L.	1-4
Timpul de coagulare	minute	8-12
Timpul de sângerare	minute	3-4
Transaminaza	U.K.	15-35
glutamat-oxalacetică	U.I.	1-18
(T.G.O)		
Transaminaza	U.K.	15-40
Glutamat-piruvică	U.I./l	1-19
(T.G.P)		
Trigliceridele		
(bărbați)	mg/100 ml	50-150
	mmol/l	0,55-1,70
(femei)	mg/100 ml	50-130
	mmol/l	0,55-1,48
Trombocitele	la 1 mm^3	150.000–300.000
Ureea	mg/100 ml	20-50
mmol/l	3,3-8,3	
V.D.R.L.	–	negativ
Viteza de sedimentare a hematiilor (V.S.H.)		
(bărbați)	mm/h	10-20
	µmol/h	35-70
(femei)	mm/h	6-15
	µmol/h	20-52

Teme recapitulative

Selectează răspunsul corect.

1. Ganglionul spinal se află pe:
a. rădăcina anterioară a nervului spinal;
b. trunchiul nervului spinal;
c. ramura comunicantă albă;
d. rădăcina posterioară.

2. Prima tunică a globului ocular pe care o întâlnesc razele de lumină este:
a. retina;
b. pleoapa superioară;
c. sclerotica;
d. cristalinul.

3. Principala caracteristică a glandelor endocrine este:
a. răspândirea lor în tot corpul;
b. numărul lor total (nouă);
c. nu au canal de excreție;
d. se află în strânsă legătură cu sistemul nervos.

4. Câte vertebre are primul segment al coloanei vertebrale:
a. 8;
b. 5;
c. 7;
d. 12.

5. Amilaza salivară poate fi inactivată:
a. prin combinarea cu iod;
b. prin fierbere;
c. prin acțiunea virusurilor;
d. prin răcire la zero grade.

6. Care este cauza creșterii diametrului longitudinal al cutiei toracice?
a. elasticitatea țesutului pulmonar;
b. mișcările pleurei;
c. contracția mușchilor intercostali externi;
d. contracția diafragmului.

7. Câte orificii prezintă atriul stâng?
a. unul;
b. două;
c. cinci;
d. patru.

8. Energia eliberată prin hidroliza ATP este necesară desfășurării următoarelor procese, cu excepția:
a. scurtării mușchiului biceps brahial;
b. absorbției glicerinei din tubul digestiv;
c. propagării potențialului de acțiune prin axoni;
d. secreției glandulare.

9. Câte perechi de cromozomi somatici conțin spermatidele?
a. 11;
b. 2;
c. 22;
d. 1.

Aplicații practice

***Determinarea hărții gustului**

Stoarce puțină lămâie pe un tampon de vată. Pune tamponul pe diferite părți ale limbii. Clătește gura cu apă și repetă experiența, folosind vată înmuiată în apă dulce, în apă sărată și apoi în soluție de sare. Notează, de fiecare dată, zonele limbii pe care ai simțit mai intens fiecare gust.

***Pragul sensibilității gustative**

Pune pe vârful limbii o picătură de soluție de zahăr. Clătește gura cu apă și repetă procedura, dar folosește o soluție de zahăr mai concentrată. Pe care din cele două soluții ai perceput-o mai bine? Ce reprezintă pragul sensibilității gustative?

***Determinarea sensibilității olfactive**

Leagă la ochi un coleg, care își va acoperi nasul cu degetele. Apoi, dă-i să muște dintr-un măr și după aceea dintr-o pară. Va ști să spună ce a mâncat? Dacă da, dă-i să miroasă para în timp ce mănâncă mărul. Ce concluzii se desprind?

***Disecția globului ocular**

Utilizați un ochi de bou, căruia îi îndepărtați țesutul conjunctiv ce îl înconjoară, cu ajutorul unei foarfeci. Ce reprezintă stratul alb-cenușiu pe care îl observați și care se continuă cu partea bombată și transparentă? Ce se observă la partea posterioară?

Secționați sclerotica cu ajutorul unui bisturiu pe linia ecuatorială. Prin această incizie introduceți o foarfecă și tăiați sclerotica de câteva ori, spre nervul optic. Ce se observă sub sclerotică?

Cu ajutorul foarfecii îndepărtați sclerotica și corneea. Ce este lichidul care se scurge?

Îndepărtați irisul și veți observa cristalinul.

Desprindeți cristalinul și așezați-l pe un text scris. Ce observați?

După desprinderea cristalinului se observă umoarea sticloasă, pe care o îndepărtați și apoi examinați retina.

***Compoziția chimică a alimentelor**

Compoziția făinii

Puneți puțină făină într-un săculeț textil și țineți-l sub un jet slab de apă la robinet. Apoi stoarceți ușor săculețul deasupra unui vas gol. Peste lichidul albicios care s-a adunat puneți iod în iodură de potasiu. Ce colorație se obține? Ce demonstrează aceasta? În textura săculețului rămâne o substanță elastică, numită gluten. Aceasta este o proteină, care se va colora în galben-portocaliu, prin tratarea cu acid azotic.

Dicționar

A

Aerob - (Despre microorganisme) Care nu poate trăi fără oxigen; aerobiotic.

Amilază - Substanță produsă de pancreas, care (în timpul digestiei) transformă amidonul în maltoză și glucoză.

Anaerob - (Despre microorganisme) Care este capabil să trăiască într-un mediu lipsit de oxigen; anaerobiotic.

Anastomoză - legătura dintre două vase de sânge.

Anevrism - Dilatare patologică a unei artere.

Anorexie - Lipsa poftei de mâncare.

Apical - Care este situat la vârful, la extremitatea unui organ.

Apex - Vârf.

B

Bazal - La bază.

Bradicardie - Scăderea frecvenței ritmului cardiac.

C

Cefalee - Durere de cap.

Cetogeneză - Sinteza de corpi cetonici.

Copulație - Unire a două celule de sex opus.

D

Decusație - Încrucișare a fibrelor nervoase.

Deglutiție - Act fiziologic reflex, prin care bolul alimentar trece din gură, prin esofag, în stomac.

Diureză - Cantitate de urină eliminată în 24 h.

E

Emulsie - Amestec dispers format din două lichide insolubile unul în celălalt.

Enzimă - Compus organic de natură proteică, prezent în celulele vii, care dirijează procesele de sinteză și de degradare din organismele animalelor, plantelor și microorganismelor, producând și păstrând energie.

Endogen - Proces ce are loc în interiorul organismului.

F

Fascicul - Grupare de fibre nervoase în interiorul nevraxului (S.N.C.).

Fiziologie - Ramură a biologiei care studiază funcțiile organismului viu (animal sau vegetal).

Gradient - Diferența de presiune sau de concentrație între cele două fețe ale unei membrane.

H

Hil (anat.) - Porțiune la suprafața unui organ, pe unde pătrund/ies vasele sangvine și nervii.

I

Intramural - În peretele unui organ.

L

Lipază - Enzimă din unele sucuri digestive care hidrolizează grăsimile, descompunându-le în glicerină și în acizi grași.

M

Median - Care se află la mijloc.

Mediastin - Cavitate anatomică cuprinsă între cei doi plămâni și care conține, printre altele, inima, timusul, esofagul, aorta și canalul toracic.

Morfologie - Structura macroscopică a unui organ (ce se poate observa cu ochiul liber).

O

Ontogeneză - Dezvoltare individuală, de la zigot până la moarte.

P

Protează - Enzimă care hidrolizează proteinele, descompunându-le în peptide și aminoacizi.

Prag - Valoare minimă a unui factor, necesară pentru a determina apariția unui fenomen fiziologic sau patologic.

S

Scizură - Șant adânc care străbate suprafața unor structuri (oase, creier, viscere) și pe care le împarte uneori în segmente bine individualizate.

Sincițiu - Masă citoplasmatică având mai mulți nuclei, rezultați din fuzionarea citoplasmei mai multor celule.

Sinteză - Metodă științifică de cercetare a fenomenelor, bazată pe trecerea de la particular la general, de la simplu la compus, pentru a se ajunge la generalizare; îmbinare a două sau mai multe elemente care pot forma un tot.

Spongios - Care este poros ca un burete.

Stromă - Rețea de suport a unui organ alcătuită din țesut conjunctiv, vase de sânge, nervi.

Structură - Alcătuirea unui organ, observabilă cu microscopul optic.

T

Tahicardie - Creșterea frecvenței ritmului cardiac.

Tisular- Care aparține țesuturilor, referitor la țesuturi.

Tumefiere - Umflare.

U

Ultrastructură - Alcătuirea unui organ, observabilă cu microscopul electronic.

Umori - Lichid intercelular constituind mediul în care trăiesc celulele organismelor.

CUPRINS

Capitolul I. ALCĂTUIREA CORPULUI UMAN 4
Topografia organelor și sistemelor de organe 4
Niveluri de organizare 4

Capitolul II. FUNCȚII FUNDAMENTALE ALE ORGANISMULUI UMAN 14
1. FUNCȚIILE DE RELAȚIE 14
a) – SISTEMUL NERVOS 14
– Clasificarea sistemului nervos. *Sistemul nervos somatic* 14
– Măduva spinării 15
– Encefalul 19
– Cerebelul 21
– Diencefalul 23
– Emisferele cerebrale 24
– Nervii spinali 28
– Nervii cranieni 29
Sistemul nervos vegetativ 31
b) – ANALIZATORII 34
– Analizatorul cutanat 34
– Analizatorul vizual 36
– Analizatorul acustico-vestibular 40
– Analizatorul olfactiv 43
– Analizatorul gustativ 44
– Analizatorul kinestezic 45
c) – GLANDELE ENDOCRINE 48
– Hipofiza 49
– Tiroida 50
– Pancreasul endocrin 52
– Glandele suprarenale 53
– Gonadele 54
– Paratiroidele 55
– Epifiza 56
– Timusul 56
d) – MIȘCAREA 58
SISTEMUL OSOS 58
SISTEMUL MUSCULAR 62
2. FUNCȚIILE DE NUTRIȚIE 68
a) – DIGESTIA ȘI ABSORBȚIA 68
b) – CIRCULAȚIA 76
c) – RESPIRAȚIA 88
d) – EXCREȚIA 94
e) – METABOLISMUL 98
3. FUNCȚIILE DE REPRODUCERE 104
– Sistemul reproducător masculin 104
– Sistemul reproducător feminin 104
– Reproducerea 106
– Sarcina 107

Capitolul III. ORGANISMUL – UN TOT UNITAR 112

Dicționar 115

ISBN (10) 973-7989-59-7
ISBN (13) 978-973-7989-59-8

CD PRESS